COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 DÉCEMBRE 1895,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Culte** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Lannelongue,* dans la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de feu M. *Verneuil.*

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Lannelongue** prend place parmi ses confrères.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'extension des idées de Galois à la théorie des équations différentielles.* Note de M. **Émile Picard.**

« 1. J'ai indiqué, autrefois (*Comptes rendus,* 1883), une voie à suivre pour étendre aux équations différentielles linéaires la théorie de Galois relative aux équations algébriques. C'est un sujet sur lequel je suis revenu

récemment, et j'ai développé, avec quelques détails, dans les *Comptes rendus* (8 octobre 1894), les deux théorèmes fondamentaux de cette théorie. En traitant cette question dans mon cours de la Sorbonne, je m'aperçois qu'une équation auxiliaire, jouant un rôle essentiel, est définie dans cette Communication d'une manière trop particulière qui pourrait conduire à restreindre la notion de groupe de transformations.

» En nous bornant ici aux équations à coefficients rationnels, considérons l'équation

$$(1) \qquad \frac{d^m y}{dx^m} + p_1 \frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}} + \ldots + p_m y = 0.$$

» Nous considérons une fonction V qu'on peut réduire à la forme

$$V = u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_m y_m,$$

les u étant des fonctions rationnelles arbitrairement choisies de x, et les y désignant un système fondamental d'intégrales. Cette fonction V satisfait à une équation d'ordre m^2

$$(2) \qquad \frac{d^{m^2} V}{dx^{m^2}} + P_1 \frac{d^{m^2-1} V}{dx^{m^2-1}} + \ldots + P_{m^2} V = 0,$$

les P étant rationnelles et les y s'exprimant linéairement en fonction de V et de ses dérivées. A toute intégrale de (2) correspond un système d'intégrales fondamentales de (1), à moins que V ne satisfasse à une certaine équation facile à former

$$(3) \qquad \varphi\left(x, V, \frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^k V}{dx^k}\right) = 0,$$

k étant au plus égal à $m^2 - 1$.

» En général, c'est-à-dire si l'équation (1) est prise arbitrairement, l'équation (2) n'aura aucune solution commune avec une équation différentielle algébrique (linéaire ou non linéaire) d'ordre inférieur à m^2, *si l'on fait abstraction des solutions qui satisfont à l'équation* φ.

» Mais il pourra dans certain cas en être autrement. Supposons donc que l'équation différentielle algébrique d'ordre p

$$(4) \qquad f\left(x, V, \frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^p V}{dx^p}\right) = 0 \qquad (p < m^2)$$

ait avec (2) une solution commune n'appartenant pas à φ. J'ai supposé (article cité) que cette équation était irréductible, c'est-à-dire n'avait aucune solution commune avec une équation d'ordre moindre. Cela n'est

pas nécessaire ; il suffit de considérer, parmi toutes les équations algébriques telles que (4), celles qui sont d'*ordre moindre* et de prendre l'une d'elles que nous continuerons à désigner par f. On peut d'ailleurs admettre que l'équation f est algébriquement irréductible par rapport à $\frac{d^pV}{dx^p}$; il est clair alors que toute solution de f, qui n'appartient pas à φ, satisfait à (2), car autrement cette solution satisferait à une équation d'ordre inférieur à p.

» Tous les raisonnements faits dans l'hypothèse plus particulière que j'avais adoptée subsistent intégralement, et c'est ainsi qu'on est conduit, de la manière la plus satisfaisante, à la notion de *groupe de transformations* d'une équation linéaire, groupe qui est entièrement l'analogue du groupe de Galois pour une équation algébrique. On trouvera le développement complet de cette théorie dans le dernier fascicule du Tome III de mon *Traité d'Analyse*.

» 2. *Les considérations précédentes ne sont pas bornées aux équations linéaires,* quoiqu'elles conduisent pour les équations non linéaires à des résultats beaucoup moins simples. Considérons une équation algébrique d'ordre quelconque

$$F\left(x, y, \frac{dy}{dx}, \dots, \frac{d^my}{dx^m}\right) = 0.$$

» Soit

$$V = R(y_1, y_2, \dots, y_\mu)$$

une fonction rationnelle arbitrairement choisie de μ intégrales quelconques $y_1, y_2, \dots, y_\mu$ de l'équation précédente. On peut former l'équation différentielle d'ordre $m\mu$ à laquelle satisfait V, équation que nous désignerons par E. On aura d'ailleurs pour les y des fonctions rationnelles de V et de ses dérivées.

» Si l'équation F est arbitraire, l'équation E n'aura aucune intégrale commune avec une équation algébrique d'ordre moindre, si ce n'est avec certaines équations faciles à former et provenant de la supposition que dans V deux ou plusieurs intégrales y sont identiques ; nous désignerons par φ l'ensemble de ces équations.

» Si l'on quitte le cas général, il peut arriver que E ait une intégrale commune, n'appartenant pas à φ, avec une équation différentielle algébrique d'ordre moindre ; soit

$$f\left(x, V, \frac{dV}{dx}, \dots, \frac{d^pV}{dx^p}\right) = 0$$

une telle équation. Parmi les équations de cette sorte, considérons celle qui est d'*ordre moindre* (ou l'une d'elles s'il y en a plusieurs); cette équation conduit à une théorie toute semblable à celle que nous avons développée pour les équations linéaires. On aura alors une relation algébrique entre les intégrales $y_1, y_2, \ldots, y_\mu$ et leurs dérivées; *le groupe intervenant ici sera celui des opérations remplaçant dans cette relation ce système d'intégrales par un autre.*

» Outre que ce groupe d'opérations est loin en général d'être aussi simple que le groupe des substitutions linéaires rencontré dans l'étude des équations linéaires, un autre point vient donner à cette théorie un caractère tout différent : c'est l'indétermination du nombre μ que, dans le cas des équations linéaires, nous pouvions nous borner à prendre égal à l'ordre de l'équation. Je n'insiste pas, pour le moment au moins, sur ces considérations générales, d'autant que M. Drach s'occupe de son côté de l'application de la théorie des groupes à la théorie des équations différentielles, en se plaçant d'ailleurs à un tout autre point de vue que moi (voir *Comptes rendus*, janvier 1895). »

PHYSIQUE. — *Remarque sur un Mémoire de M.* Jaumann *intitulé* « *Longitudinales Licht* ». Note de M. H. **Poincaré**.

« M. Jaumann a publié récemment dans les *Sitzungsberichte* de l'Académie de Vienne un Travail rempli de vues ingénieuses, où il attribue les rayons cathodiques à des vibrations longitudinales de l'éther.

» Le fondement expérimental de sa théorie a donné lieu à une polémique dans laquelle je ne veux pas prendre parti. Je voudrais seulement faire une observation au sujet de ses calculs et des conséquences qu'il croit en tirer.

» M. Jaumann suppose que, dans les gaz raréfiés, le pouvoir diélectrique ε est variable et il arrive ainsi aux équations suivantes qui représentent les oscillations électriques dans un pareil milieu et que je transcris avec les notations de Hertz :

$$A\left[\varepsilon_0 \frac{dX}{dt} + X_0 \frac{d\varepsilon}{dt}\right] = \frac{dM}{dz} - \frac{dN}{dy},$$

$$A\left[\varepsilon_0 \frac{dY}{dt} + Y_0 \frac{d\varepsilon}{dt}\right] = \frac{dN}{dx} - \frac{dL}{dz},$$

$$A\left[\varepsilon_0 \frac{dZ}{dt} + Z_0 \frac{d\varepsilon}{dt}\right] = \frac{dL}{dy} - \frac{dM}{dx}.$$

A est l'inverse de la vitesse de la lumière, X, Y, Z et L, M, N les composantes de la force électrique et de la force magnétique; ε est le pouvoir diélectrique, ε_0 la valeur moyenne de ce pouvoir; X_0, Y_0, Z_0 les valeurs moyennes de X, Y, Z.

» $\frac{dX}{dt}$ est très petit par rapport à X_0 et $\frac{d\varepsilon}{dt}$ par rapport à ε_0.

» Les variations de ε seraient définies par l'équation

$$k\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{d\varepsilon_0 X}{dx} + \frac{d\varepsilon_0 Y}{dy} + \frac{d\varepsilon_0 Z}{dz} = \theta,$$

où k est une constante.

» Les équations deviennent alors

$$A\left[\frac{d\varepsilon_0 X}{dt} + \frac{X_0}{k}\theta\right] = \frac{dM}{dz} - \frac{dN}{dy},$$

$$A\left[\frac{d\varepsilon_0 Y}{dt} + \frac{Y_0}{k}\theta\right] = \frac{dN}{dx} - \frac{dL}{dz},$$

$$A\left[\frac{d\varepsilon_0 Z}{dt} + \frac{Z_0}{k}\theta\right] = \frac{dL}{dy} - \frac{dM}{dx}.$$

Différentions la première par rapport à x, la seconde par rapport à y, la troisième par rapport à z et ajoutons, en remarquant que

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{d}{dx}\frac{d\varepsilon_0 X}{dt} + \frac{d}{dy}\frac{d\varepsilon_0 Y}{dt} + \frac{d}{dz}\frac{d\varepsilon_0 Z}{dt},$$

on trouvera

$$A\left[\frac{d\theta}{dt} + \frac{1}{k}\left(\frac{dX_0\theta}{dx} + \frac{dY_0\theta}{dy} + \frac{dZ_0\theta}{dz}\right)\right] = 0;$$

cette équation exprimerait que les rayons cathodiques, au lieu de se propager en ligne droite, suivraient les lignes de force.

» D'autre part, ils ne seraient pas déviés par l'aimant; M. Jaumann a bien démontré que la direction du plan de l'onde devrait être déviée par l'aimant; mais il n'en serait pas de même de la direction du rayon.

» Il faut donc, en tout cas, que M. Jaumann modifie ses hypothèses s'il veut rendre compte des faits. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la présence du sodium dans l'aluminium préparé par électrolyse.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Les différents expérimentateurs qui se sont occupés des propriétés de l'aluminium ont trouvé souvent des résultats contradictoires. Il en a été de même, lorsque, grâce à sa légèreté, quelques pays ont essayé de l'employer pour la fabrication des objets de petit équipement tels que gamelles, bidons et marmites, destinés à alléger le poids du sac du fantassin. Tantôt le métal s'est bien conduit et a présenté des qualités qui en ont fait préconiser l'emploi; tantôt, au contraire, il n'a produit que des déceptions.

» Ces difficultés tiennent surtout à la différence de composition de l'aluminium industriel. Nous avons déjà démontré que ce métal pouvait renfermer de l'azote et du carbone [1], et nous avons fait voir que dans ces conditions ses propriétés se modifient notablement. La charge de rupture et l'allongement diminuent avec rapidité. Ayant eu l'occasion de faire des analyses d'aluminium provenant des trois grandes fabriques établies actuellement à la Praz (France), Newhausen (Suisse), Pittsburg (États-Unis), nous avons rencontré une nouvelle impureté qui nous paraît avoir une importance très grande au point de vue de la conservation du métal. Nous voulons parler de la présence du sodium dans l'aluminium industriel.

» On peut démontrer l'existence du sodium dans quelques aluminiums de la façon suivante : On prend 250^{gr} de limaille préparée avec soin que l'on place dans une bouteille d'aluminium en présence de 300^{cc} d'eau distillée obtenue dans un alambic métallique. On abandonne le mélange à lui-même pendant deux semaines, en ayant soin tous les jours de le porter à l'ébullition. On jette ensuite sur un filtre [2], on lave à l'eau bouillante et le liquide recueilli, qui présente une légère alcalinité, est évaporé à siccité dans une capsule de platine. On chauffe au rouge sombre, la masse brunit; on ajoute de l'acide chlorhydrique pur étendu d'eau, et il

---

(1) H. Moissan, *Impuretés de l'aluminium industriel* (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 12; 2 juillet 1894).

(2) Dans cette expérience on obtient souvent une petite quantité d'alumine soluble, analogue sans doute à l'alumine colloïdale qui passe au travers du filtre et qui se précipite ensuite.

se produit un dégagement bien net d'acide carbonique. On évapore à sec à nouveau, on chauffe vers 300° pour chasser l'excès d'acide chlorhydrique, et l'on obtient un résidu qui présente tous les caractères du chlorure de sodium. On reprend par l'eau et l'on dose le chlore sous forme de chlorure d'argent. Du poids de ce dernier composé, on déduit la quantité de sodium enlevée par l'eau à la limaille d'aluminium.

» En faisant l'analyse complète du métal nous avons trouvé du sodium dans un certain nombre d'échantillons d'aluminium. La teneur variait entre 0,1 et 0,3 pour 100. Un aluminium préparé anciennement par la maison Bernard en renfermait 0,42 pour 100 ([1]).

» Lorsqu'un aluminium contient une petite quantité de sodium, il s'attaque par l'eau froide d'abord lentement, puis l'attaque se continue en augmentant d'intensité. En effet, si un petit volume d'eau non renouvelée se trouve en présence d'une lame d'un semblable aluminium, on voit tout d'abord une petite couche d'alumine se former sur le métal. Plusieurs jours après, le liquide fournit une réaction alcaline au papier de tournesol sensible. A partir de ce moment, la décomposition devient plus rapide. Sur tous les points où l'aluminium contient du sodium, il s'est produit un peu d'alcali qui réagit sur le métal pour donner un aluminate. Cet aluminate de sodium est ensuite dissocié par l'eau avec dépôt d'alumine et formation de soude; et, lorsque le liquide est légèrement alcalin, on comprend que la décomposition devienne beaucoup plus active.

» Les alliages que l'on pourra préparer avec un aluminium auront donc des propriétés toutes différentes, suivant qu'ils contiendront ou ne contiendront pas une petite quantité de sodium ([2]).

» C'est ainsi que, dans une étude sur les alliages d'aluminium et d'étain, M. Riche a indiqué que ces alliages décomposaient l'eau à la température ordinaire ([3]). J'ai pu faire préparer un semblable alliage à 6 pour 100 d'étain avec de l'aluminium bien exempt de sodium, et, dans ces conditions, après

---

([1]) La présence du sodium dans l'aluminium industriel indique que l'électrolyse du mélange de cryolite et d'alumine donne naissance à un certain nombre de réactions secondaires dans lesquelles le sodium peut jouer un rôle variable suivant la composition du bain et l'intensité du courant.

([2]) Il est donc indispensable, dans tous les essais à entreprendre sur ce sujet, d'établir d'abord la composition exacte de l'aluminium destiné aux expériences.

([3]) Riche, *Recherches sur les alliages de l'aluminium* (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 6e série, t. I, p. 5).

un séjour de deux mois dans l'eau ordinaire, le métal s'est piqué en plusieurs endroits, a fourni de petites efflorescences d'alumine, mais il n'a produit aucun dégagement gazeux. Voici comment cette expérience a été faite : de l'aluminium exempt de sodium a été allié à 6 pour 100 d'étain en évitant l'action de l'azote et des gaz du foyer, car M. Franck a démontré que l'aluminium décompose au rouge l'acide carbonique et même l'oxyde de carbone. On a obtenu ainsi un alliage qui, laminé sous une forte pression, a donné :

Recuit : résistance.....	17,6	Écroui : résistance........	23,43
» élasticité......	8,20	» élasticité........	22,90
» allongement...	20	» allongement.....	6

» Une feuille de ce métal a été divisée en deux parties : la première a été placée dans de l'eau de Seine qui, tous les jours, était aérée par agitation; la deuxième a été disposée dans un verre de Bohême en présence d'eau de Seine sur laquelle se trouvait une couche d'huile de plusieurs centimètres. La température moyenne du laboratoire était voisine de 20°. L'expérience, commencée le 30 septembre, a duré deux mois. Pendant ce temps l'aluminium s'est recouvert d'efflorescences blanches; il s'est piqué sur presque toute sa surface, mais dans les deux cas il n'a dégagé aucune bulle d'hydrogène. Celui qui a séjourné dans l'eau agitée journellement s'est attaqué avec plus de rapidité.

» Cette expérience n'a été faite qu'avec un alliage à faible teneur d'étain. M. Riche a démontré que pour les teneurs élevées la décomposition de l'eau devenait très active et il a établi ainsi la raison qui doit faire rejeter tout essai de soudure de l'aluminium avec un alliage à base d'étain.

» L'aluminium, du reste, est un métal qui, recuit avec soin, se travaille très bien par l'estampage et par le laminage. Il ne faut donc lui demander que ce qu'il peut donner.

» M. Riche, à qui j'ai communiqué ces expériences avant de les publier, m'a dit avoir reconnu aussi la présence de sodium dans quelques échantillons d'aluminium.

» M. Moissonnier, pharmacien principal à l'Hôpital militaire Saint-Martin, qui a entrepris de longues recherches sur ce sujet, a rencontré de même un échantillon d'aluminium à 4 pour 100 de sodium.

» Il est un autre point important sur lequel nous croyons devoir insister à propos des alliages d'aluminium et, en particulier, de ceux de

cuivre. Tout alliage non homogène est d'une conservation très difficile.

» Dans son Mémoire sur l'équivalent de l'aluminium, Dumas a insisté déjà sur la non-homogénéité de l'aluminium préparé par le procédé de Deville ([1]).

» Nous avons eu souvent l'occasion de constater, sur des objets en aluminium estampés, la mauvaise influence de ce manque d'homogénéité. Si l'on abandonne de l'eau distillée dans un semblable vase, on voit, après une quinzaine de jours, se produire de petites piqûres blanches d'alumine hydratée. La tache s'entoure d'une auréole brillante, elle continue de grandir et, si l'on découpe cette partie attaquée, puis qu'on enlève l'alumine hydratée, on voit au microscope qu'il y a là le plus souvent une petite particule de carbone ou d'autre substance qui a formé un élément de pile et qui a désagrégé le métal sur une surface plus ou moins grande. Si, au lieu de laisser séjourner de l'eau sur cet aluminium non homogène, on y laisse séjourner une solution saturée de chlorure de sodium, le phénomène s'exagère et chaque particule de carbone produit une attaque de la feuille d'aluminium suffisante pour la percer.

» Cette formation de petits éléments de pile sur la surface de l'aluminium est la grande cause d'altération de ce métal.

» Au contraire, avec un métal bien homogène, ne contenant ni azote, ni carbone, ni sodium, aucun point d'attaque ne se produit et l'eau qui a séjourné sur le métal a conservé toute sa limpidité et ne renferme pas d'alumine.

» Le même phénomène se présente avec de l'alcool étendu d'eau, avec du rhum par exemple, et, dans le cas de l'aluminium de mauvaise qualité, il explique l'attaque de certains bidons, attaque qui peut se produire parfois avec une assez grande énergie ([2]).

» Je ferai remarquer aussi, en terminant, que l'aluminium, qui a une grande tendance à former un couple électrique avec tout autre métal, ne devra jamais être employé que seul.

([1]) Dumas. « Mais je reconnus ensuite que, dans l'aluminium impur, la distribution du fer et du silicium n'est pas uniforme » [*Mémoire sur les équivalents des corps simples* (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. LV, p. 153)].

([2]) MM. le Dr Plage et Lebbin, dans les essais qui ont été entrepris au laboratoire Frédéric-Guillaume, de l'Institut de Berlin, attribuaient à l'action du tannin cette attaque de certaines surfaces d'aluminium (*Sur les bidons et marmites en aluminium,* Berlin, 1893).

» Une partie de fer ou de laiton au contact de l'aluminium produira toujours, en peu de temps, l'oxydation du métal et sa transformation en alumine. Tous les industriels qui ont eu à mettre en œuvre de grandes surfaces d'aluminium ont reconnu par expérience et à leurs dépens la généralité de cette décomposition.

» Nous n'avons pas à insister dans ce travail, fait au point de vue chimique, sur l'importance du recuit dans le laminage et l'estampage de l'aluminium. On sait que sans cette précaution le métal se crique avec facilité et devient impropre à toute application. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'origine de l'argon et de l'hélium dans les gaz dégagés par certaines eaux sulfureuses.* Note de MM. **L. Troost** et **L. Ouvrard.**

« Dans sa Communication relative à la présence de l'argon et de l'hélium dans les gaz dégagés par les eaux sulfureuses de Cauterets, M. le Dr Bouchard a signalé l'intérêt qu'il y avait à examiner au même point de vue, les gaz dissous dans les eaux qui coulent ou séjournent à la surface du sol.

» On pouvait, en effet, émettre l'idée que les gaz dégagés par les eaux sulfureuses proviennent exclusivement de l'atmosphère. La solubilité de l'argon pouvait faire admettre que les gaz, entraînés par les eaux de la surface dans la profondeur du sol, en remontaient avec ces mêmes eaux alcalinisées par un sulfure.

» Pour éclairer cette question, nous avons examiné les gaz extraits de l'eau de Seine (alimentant les laboratoires de la Sorbonne) et de l'eau de mer (recueillie à marée haute sur les côtes de l'Océan). Nous y avons recherché l'hélium, indépendamment de l'argon que nous étions sûrs d'y trouver, puisqu'il est plus soluble que l'azote, qui existe toujours dans l'eau en contact avec l'atmosphère.

» Ces gaz, recueillis avec les précautions ordinaires et dépouillés d'acide carbonique par la potasse, ont été traités de deux manières différentes. On en a enlevé l'azote, soit en faisant absorber ce gaz par du magnésium chauffé au rouge, soit en le combinant avec de l'oxygène sous l'influence des étincelles électriques en présence de la potasse.

» Ce dernier procédé, plus lent, donne une grande sécurité parce que

(1) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 392.

le gaz, constamment renfermé dans le même tube de verre, sur le mercure sans transvasements, est à l'abri de tout mélange avec des quantités même très faibles des gaz de l'atmosphère.

» Le résidu gazeux obtenu était séché sur la potasse fondue et mis en communication, comme dans nos expériences précédentes [1], avec un tube de Plucker à électrodes de magnésium, dans lequel on a fait le vide à l'aide de la pompe à mercure.

» On effectue quelques balayages avec les gaz à examiner et chaque fois on fait de nouveau le vide. Enfin, après une dernière introduction de ces gaz, on détermine le passage de l'effluve entre les électrodes de magnésium.

» Le spectroscope indique toujours au début la présence de traces d'azote; mais, en prolongeant l'expérience, on arrive à les faire disparaître. Nous avons pu alors constater que les spectres fournis par les gaz des sources de Cauterets étaient notablement différents de ceux fournis par les gaz extraits de l'eau de Seine ou de l'eau de mer.

» Ces derniers donnent le spectre de l'argon et seulement des traces à peine sensibles et même souvent douteuses du spectre de l'hélium, tandis que les gaz recueillis au griffon de la Raillère, ou extraits par l'ébullition de l'eau de la même source, donnent très nettement les raies caractéristiques de l'argon et celles de l'hélium, et que les gaz recueillis aux griffons des sources du Bois donnent surtout les raies caractéristiques de l'hélium.

» L'hélium contenu dans les gaz dégagés par les sources minérales de Cauterets ne nous paraît donc pas pouvoir être attribué à l'atmosphère. Ce gaz provient probablement des roches contenues dans les terrains que ces eaux minérales ont traversés.

» La présence, constatée dans ces derniers temps, de l'hélium dans un certain nombre de minéraux tels que la clévéite, la broggérite, l'orangite, la monazite, etc., rend cette conclusion au moins possible, de sorte que, en dehors de toute considération médicale, l'étude des gaz dégagés par les eaux minérales tirerait un intérêt particulier de ce fait que ces gaz pourraient nous fournir de nouveaux renseignements sur les éléments des roches que ces eaux rencontrent dans les terrains d'où elles jaillissent. »

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 394.

M. **Bouchard**, à propos de cette Communication de MM. Troost et Ouvrard, ajoute les observations suivantes :

« J'avais, dans la Note que M. Troost a rappelée, dit que, suivant toute vraisemblance, l'action thérapeutique des eaux minérales où je signalais la présence de l'argon et de l'hélium n'était pas due à ces gaz. J'ajoutais que, si ces gaz étaient présents dans les eaux qui coulent ou qui séjournent à la surface du sol, la question serait tranchée, ces eaux n'ayant pas les vertus thérapeutiques des eaux minérales dont il était question. Mais si l'argon et l'hélium sont inertes, il n'en est peut-être pas de même des substances minérales avec lesquelles ils sont en combinaison.

» Il est établi, par la Communication de M. Troost, que l'hélium au moins est puisé par les eaux dans les profondeurs. Parmi les composés minéraux d'hélium, il en est peut-être qui, même à dose minime, pourraient exercer sur l'économie une action physiologique. L'effet, dans cette hypothèse, serait dû, non à l'hélium, mais au métal avec lequel il a pu se trouver en combinaison, à supposer que le composé ou ses dérivés aient une suffisante solubilité. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Structure des ganglions mésentériques du porc.* Note de M. L. **Ranvier**.

« Chez le porc adulte, on trouve à la base du mésentère un grand nombre de ganglions lymphatiques. Je ne les ai pas comptés, mais, à coup sûr, il y en a plus de cent. Ils forment comme un chapelet et reposent sur un organe rubané qui occupe aussi la base du mésentère, et dont l'aspect est spongieux. Cet organe, pendant la vie, est rempli de sang. Il est formé de tissu érectile ou caverneux. Au-dessous de lui, les artères mésentériques forment de nombreuses anses d'inosculation. Au delà, elles parcourent le mésentère en droite ligne jusqu'à l'intestin sans s'anastomoser de nouveau. Ce sont là des particularités anatomiques très curieuses et que je note seulement en passant; cependant, qu'il me soit encore permis de faire remarquer que le développement prodigieux des appareils vasculaires sanguins et lymphatiques, et surtout la présence de l'organe érectile rubané dont je viens de parler, doivent jouer un rôle important dans l'absorption intestinale si active chez le porc.

» Les ganglions lymphatiques du mésentère sont à peu près sphériques,

à moins qu'ils ne soient réunis et plus ou moins fondus ensemble, comme il arrive pour quelques-uns. Leur structure diffère par des caractères importants de celle des ganglions lymphatiques, en général, décrite dans tous les Ouvrages d'Anatomie et d'Histologie. Il n'y a, en effet, dans ces ganglions, ni sinus, ni cordons folliculaires, mais seulement des follicules sphériques, ayant de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ millimètre de diamètre, disséminés, au hasard, dans toutes les parties du ganglion, aussi bien à son centre qu'à sa périphérie. Cela s'observe très clairement sur des coupes faites après l'action successive de l'alcool au tiers, la gomme et l'alcool, puis le traitement par le pinceau.

» Les follicules sont entourés d'une pseudo-capsule qui les limite, sans cependant les isoler du tissu intermédiaire, ainsi qu'on va le voir. Du reste, ce tissu intermédiaire, les pseudo-capsules et les follicules eux-mêmes ont la même structure. Les follicules sont seulement caractérisés par la présence du réseau capillaire que l'on trouve dans tous les follicules lymphatiques quels qu'ils soient.

» J'ai dit que la capsule des follicules est une pseudo-capsule. En effet, si l'on injecte de bleu de Prusse, par piqûre, un ganglion mésentérique, on voit le liquide coloré se répandre régulièrement dans toutes les parties du ganglion : follicules, pseudo-capsules et tissu intermédiaire. On constate qu'il en est réellement ainsi en examinant des coupes du ganglion injecté, faites suivant les procédés classiques.

» En réalité, le ganglion tout entier est formé de tissu conjonctif réticulé et la lymphe peut circuler dans toutes les mailles de ce tissu, aussi bien celles des follicules, des pseudo-capsules, que celles des régions interfolliculaires. Quant au tissu réticulé, on sait depuis longtemps qu'il est formé de travées conjonctives tapissées de cellules endothéliales, comme le grand épiploon. Pour aller plus loin dans la connaissance de la signification morphologique du tissu conjonctif réticulé, il faut étudier le développement des vaisseaux et des ganglions lymphatiques. C'est ce que je ferai dans de prochaines Communications. Aujourd'hui qu'il me soit permis de dire qu'un ganglion lymphatique doit être considéré simplement comme une poche, une sorte de vessie, dans laquelle circule la lymphe au sortir des afférents pour arriver aux efférents. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine* (16 *novembre* 1895) *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet *et* L. Picart. Note de M. G. Rayet (1).

Comète Perrine (16 novembre 1895).

1895.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔP comète.	Observateurs.
		h m s	m s	′ ″	
Nov. 20...	1	9.17.14,17	+1.23,23	− 7.43,24	G. Rayet
21...	2	8.57. 6,66	+4.57,51	+ 1.33,44	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1895,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	½ (Gœtt., 4097-98. — Schjellerup, 4981)	13.51.20,92	+1,91	90.22.18,4	+17,04
2...	½ (Gœtt., 4095-96. — Paris, obs. de 1882)	13.50.13,14	+1,94	90.47.16,4	+17,14

Positions apparentes de la comète Perrine.

Dates 1895.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 20....	17.17.23,4	13.52.46,06	$-\bar{1},595$	90.14.52,2	−0,797
21.....	16.53.23,3	13.55.12,59	$-\bar{1},609$	90.49. 7,0	−0,798

» La comète présente un noyau de 7e-8e grandeur enveloppé d'une chevelure de près d'une minute de diamètre prolongée par une queue d'environ 15′.

» Avec une observation de Kiel du 19 et nos deux observations de Bordeaux, M. Kromm a calculé pour la comète les éléments suivants :

T = 1895 décembre 15,9048 T. M. Paris.

$$\left.\begin{aligned}\omega &= 247^\circ.41'.51''\\ \Omega &= 304.\ 0.53\\ i &= 149.14.50\end{aligned}\right\}\ \text{Équinoxe moyen de 1895,0.}$$

$$\operatorname{Log} q = \bar{1},43126.$$

» Ces éléments prouvent que la comète se rapproche rapidement du Soleil et de la Terre. La distance périhélie étant petite, environ 0,3, la comète doit devenir très belle. »

(1) Cette Note était parvenue à l'Académie dans la séance du 25 novembre.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Ch.-V. Zenger** adresse une Note ayant pour titre « Études de Physique moléculaire ».

L'auteur dit avoir trouvé une relation simple entre la densité et la chaleur spécifique des éléments chimiques : cette relation lui paraît permettre d'envisager sous un jour nouveau les actions moléculaires qui ont présidé à la formation des éléments eux-mêmes ; c'est peut-être en imitant les conditions caractéristiques des époques géologiques les plus éloignées, qu'on pourrait parvenir à transformer les propriétés physiques et chimiques de ces mêmes éléments.

(Commissaires : MM. Friedel, Cornu, Armand Gautier.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux Volumes de M. *Henri de Parville*, intitulés : « Causeries scientifiques, trentième et trente et unième année ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift* (1895 *août* 20), *faites au grand télescope, et de la comète Perrine* (1895 *novembre* 16), *faites à l'équatorial de* $0^m,25$, *à l'observatoire de Toulouse;* par M. **Rossard.** (Présentées par M. Tisserand.)

Comète Swift.

Dates 1895.	Temps moyen de Toulouse.	ΔR.	ΔD.	Nombre de comp.	R app.	Log fact. parall.	D app.	Log fact. parall.	⋆.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Nov. 16...	6.27.53	−0.16,04	− 0. 5,7	16:12	1.36.16,96	$\bar{1},526_n$	+4. 8.51,5	0,761	1
16...	9.13.21	−0.12,41	+ 0.14,9	18:20	1.36.20,59	$\bar{2},872_n$	+4. 9.12,1	0,747	1
16...	11.50. 1	−0. 9,58	+ 0.42,4	18:20	1.36.23,42	$\bar{1},321$	+4. 9.39,6	0,751	1
17...	6.53.44	+0.14,09	+ 3.59,9	15:20	1.36.47,09	$\bar{1},476_n$	+4.12.57,1	0,758	1

Comète Perrine.

Dates 1895.	Temps moyen de Toulouse.	ΔR.	ΔD.	Nombre de comp.	R app.	Log fact. parall.	D app.	Log fact. parall.	⋆.
Nov. 21...	17.23.19	−0.47,50	+11. 2,9	24:28	13.53.40,53	$1,594_n$	−0.27.19,9	0,784	2
26...	16.55.24	+0.54,88	+ 4.18,8	9: 8	14. 9.56,01	$\bar{1},612_n$	−4.13.38,1	0,792	3
26...	17.52.45	+1. 3,04	+ 2.24,9	12:12	14.10. 4,17	$\bar{1},563_n$	−4.15.32,0	0,797	3
28...	17. 0.57	−0.21,98	− 8.53,1	18:20	14.17.19,24	$\bar{1},610_n$	−5.54.22,4	0,796	4
28...	18.17.32	−0. 9,74	+ 5.47,4	18:20	14.17.32,63	$\bar{1},531_n$	−5.57.24,4	0,809	5

Positions des étoiles de comparaison.

Dates.	★.	Gr.	Æ moy. 1895,0.	Réduction au jour.	⊕ moy. 1895,0.	Réduction au jour.	Autorités.
			h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 16.	1	8.5	1.36.28,89	+4,11	+4. 8.30,5	+26,7	Albany 480
21.	2	9.3	13.54.26,11	+1,92	−0.38. 5,7	−17,1	Munich$_1$ 9705
26.	3	8.0	14. 8.59,14	+1,99	−4.17.39,8	−17,1	Kam 2654
28.	4	8.0	14.17.39,19	+2,03	−5.45.12,3	−17,0	½(Schjellerup 5109+Munich$_1$ 10099)
28.	5	8.4	14.17.40,34	+2,03	−6. 2.54,8	−17,0	Munich$_1$ 10100

ASTRONOMIE. — *Note sur la formation du calendrier;* par M. **A. Auric.**

« L'année solaire est égale à $365^j,2422169\ldots$ tandis que les divers calendriers donnent :

Calendrier julien .... $365+\frac{1}{4} = 365^j,25$

» grégorien ...... $365+\frac{1}{4}-\frac{3}{400} = 365^j,2425$

» perse .... $365+\frac{8}{33} = 365^j,2424242424\ldots$

» Le calendrier perse, qui est le plus approché, donne cependant une erreur d'un jour au bout de cinq mille ans environ.

» Si l'on réduit en fraction continue la partie fractionnaire du nombre représentant la durée de l'année solaire, on trouve les réduites successives

$$\frac{1}{4},\quad \frac{7}{29},\quad \frac{8}{33},\quad \frac{31}{128},\quad \frac{39}{161},\quad \frac{70}{289},\quad \frac{319}{1317},\quad \ldots.$$

» La première réduite correspond au calendrier julien, la troisième au calendrier perse. Il nous paraît possible d'obtenir une approximation bien plus grande qu'avec ce dernier calendrier, en adoptant la quatrième réduite, ce qui conduirait à une manière de compter très analogue à celle du calendrier grégorien. Il suffirait de dire que « toutes les années dont le » millésime est divisible par 4 sont bissextiles, sauf celles dont le millé- » sime est divisible par 128 », règle qu'il serait très facile d'appliquer.

» Avec cette hypothèse, le calendrier donnerait pour l'année

$$365+\frac{31}{128} = 365^j,24211875.$$

» L'approximation serait près de dix fois supérieure à celle du calendrier grégorien. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation de Lamé.* Note de M. G. **Floquet**, présentée par M. Darboux.

« Soit une équation différentielle linéaire, homogène, à coefficients elliptiques, de mêmes périodes 2ω et $2\omega'$. Je me propose ici de développer sur un exemple simple une méthode qui, dans certains cas, permet d'obtenir aisément les conditions d'uniformité de l'intégrale générale, puis son expression sous forme explicite. Je prends pour exemple une équation du second ordre, admettant un seul point singulier $x = \alpha$ dans le parallélogramme des périodes.

» Considérons une pareille équation. Si ses intégrales sont méromorphes, elle peut se mettre sous la forme

$$(1)\qquad \left(\frac{d}{dx} - A_2\right)\left(\frac{d}{dx} - A_1\right)y = \frac{d^2y}{dx^2} - (A_1 + A_2)\frac{dy}{dx} + \left(A_1 A_2 - \frac{dA_1}{dx}\right)y = 0,$$

où A_1 et A_2 sont des fonctions elliptiques de x, aux périodes 2ω et $2\omega'$, n'ayant que des pôles simples, à résidus entiers, et satisfaisant, pour chacun de ces pôles, à la condition $R_{21} = 0$ [1]. Les pôles des A, situés dans le parallélogramme des périodes, sont d'abord le point α, puis m pôles propres $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_m$. Comme les résidus de A_1 et de A_2 relatifs aux β sont respectivement $+1$ et -1, et que les deux sommes de résidus sont nulles, on a

$$(2)\qquad \begin{cases} A_1 = -m\mathcal{G}(x-d) + \mathcal{G}(x-\beta_1) + \ldots + \mathcal{G}(x-\beta_m) + r_1, \\ A_2 = +m\mathcal{G}(x-d) - \mathcal{G}(x-\beta_1) - \ldots - \mathcal{G}(x-\beta_m) + r_2, \end{cases}$$

m étant un entier positif, r_1 et r_2 des constantes quelconques, et $\mathcal{G}$ désignant la fonction $\mathcal{G}x$ construite sur les périodes 2ω, $2\omega'$ pour px. Il reste à exprimer la condition $R_{21} = 0$ pour chaque pôle des A : or pour α elle est satisfaite d'elle-même, et pour β_i elle équivaut à l'égalité des termes constants de A_1 et de A_2 dans les séries en $x - \beta_i$ qui les représentent autour de ce point. On a ainsi les m équations

$$(3)\qquad 2m\mathcal{G}(\beta_i - \alpha) - 2\sum_j \mathcal{G}(\beta_i - \beta_j) + r_2 - r_1 = 0, \qquad (i = 1, 2, \ldots, m),$$

où j prend les valeurs $1, 2, \ldots, m$, sauf la valeur i. Toute équation de la

[1] *Comptes rendus*, séance du 11 novembre 1895.

nature supposée, dont l'intégrale est méromorphe, peut donc toujours, d'une manière au moins et ordinairement de deux, se mettre sous la forme (1), où les A s'expriment par les formules (2), avec les conditions (3). La réciproque est manifestement vraie, de sorte que, sous les conditions (2) et (3), l'équation (1) constitue une expression générale de ces équations à intégrales méromorphes.

» Cela posé, soit donnée une équation différentielle linéaire, homogène, du second ordre, à coefficients elliptiques de périodes 2ω, $2\omega'$, et n'admettant que le seul point singulier α dans le parallélogramme des périodes. Je dis que, pour que ses intégrales soient méromorphes, il faut et il suffit qu'elle soit de la forme

$$(4) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} - 2\mathrm{H}\frac{dy}{dx} + [\mathrm{K} - n(n+1)\,p(x-\alpha)]y = 0,$$

n étant un entier positif, H et K des constantes quelconques, et la fonction p étant construite avec les périodes 2ω et $2\omega'$.

» Que cette forme soit nécessaire, c'est à peu près évident, puisqu'on doit pouvoir identifier avec (1), les conditions (2) et (3) étant remplies. Pour établir qu'elle est suffisante, il suffit de montrer que l'on peut toujours déterminer un entier positif m, et les constantes $r_1, r_2, \beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_m$, de façon que (4) soit identique à (1), sous les conditions (2) et (3). Or, l'identification donne d'abord $m = n$, puis des équations qui, avec (3), se ramènent facilement aux suivantes

$$(5) \qquad \begin{cases} r_1 = \mathrm{H} - \zeta(\alpha - \beta_1) - \zeta(\alpha - \beta_2) - \ldots - \zeta(\alpha - \beta_n), \\ r_2 = \mathrm{H} + \zeta(\alpha - \beta_1) + \zeta(\alpha - \beta_2) + \ldots + \zeta(\alpha - \beta_n), \end{cases}$$

$$(6) \qquad p(\alpha - \beta_1) + p(\alpha - \beta_2) + \ldots + p(\alpha - \beta_n) = \frac{\mathrm{H}^2 - \mathrm{K}}{2n - 1}.$$

$$(7) \qquad \sum_j \frac{p'(\alpha - \beta_i) + p'(\alpha - \beta_j)}{p(\alpha - \beta_i) - p(\alpha - \beta_j)} = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

j prenant les valeurs $1, 2, \ldots, n$, à l'exception de la valeur i. Ces équations sont bien connues : ce sont celles que l'on rencontre lorsqu'on intègre, par la méthode habituelle, l'équation de Lamé

$$\frac{d^2y}{dx^2} = [n(n+1)p(x-\alpha) + \mathrm{H}^2 - \mathrm{K}]y,$$

à laquelle on ramène d'ailleurs l'équation (4) en posant $y = e^{\mathrm{H}x}z$. On sait comment les n équations (7), qui se réduisent à $n - 1$, déterminent avec (6) les quantités β_i, en donnant toujours pour elles au moins un système

de valeurs; les formules (5) font connaître ensuite r_1 et r_2. On peut donc toujours identifier, et les intégrales de (4) sont bien méromorphes.

» Cette identification conduit immédiatement à l'intégrale générale. Connaissant, en effet, *un* système de valeurs des paramètres r_1, r_2 et β_i, en remplaçant m par n dans (2), on a un couple de valeurs de A_1 et A_2 et, par suite, les deux intégrales distinctes

$$e^{\int A_1 dx}, \qquad e^{\int A_1 dx}\int e^{\int (A_2 - A_1) dx}\, dx,$$

à cause de

$$\int (A_1\, dx = -n \log \sigma(x-\alpha) + \log \sigma(x-\beta_1) + \ldots + \log \sigma(x-\beta_n) + r_1 x + \text{const.},$$

$$\int (A_2 - A_1)\, dx = 2n \log \sigma(x-\alpha) - 2\log \sigma(x-\beta_1) - \ldots - 2\log \sigma(x-\beta_n) + (r_2 - r_1)x + \text{const.};$$

on obtient ainsi les deux solutions

$$y_1 = \frac{\sigma(x-\beta_1)\ldots\sigma(x-\beta_n)}{\sigma^n(x-\alpha)} e^{r_1 x}, \qquad y_2 = y_1 \int \frac{\sigma^{2n}(x-\alpha)}{\sigma^2(x-\beta_1)\ldots\sigma^2(x-\beta_n)} e^{(r_2 - r_1)x}\, dx,$$

que la décomposition en éléments simples permet de mettre sous forme vraiment explicite. Par exemple, lorsque n est l'unité, on a

$$A_1 = H + \frac{1}{2}\,\frac{p'(x-\alpha) + \sqrt{u}}{p(x-\alpha) + K - H^2}, \qquad A_2 = H - \frac{1}{2}\,\frac{p'(x-\alpha) + \sqrt{u}}{p(x-\alpha) + K - H^2},$$

u désignant la quantité $4(H^2 - K)^3 - g_2(H^2 - K) - g_3$, où g_2 et g_3 ont leurs significations habituelles, et $\sqrt{u}$ étant pris avec une même détermination. Si u n'est pas nul, il existe alors deux décompositions symboliques; si u est nul, elles se confondent. En employant l'une d'elles, on obtient les deux intégrales

$$y_1 = \frac{\sigma(x-\beta)}{\sigma(x-\alpha)} e^{r_1 x}, \qquad y_2 = \frac{\sigma(x+\beta-2\alpha)}{\sigma(x-\alpha)} e^{r_2 x}$$

dans le premier cas, et les deux intégrales

$$y_1 = \frac{\sigma(x-\beta)}{\sigma(x-\alpha)} e^{r_1 x}, \qquad y_2 = \frac{\sigma(x-\beta)}{\sigma(x-\alpha)} \left[(H^2 - K)x + \zeta(x-\beta)\right] e^{r_1 x}$$

dans le second. Le coefficient de ζ n'est jamais nul dans cette dernière; c'est ce qui fait qu'il n'existe jamais plus de deux décompositions.

» Remarquons que toute expression de A_1 est une solution de l'équa-

tion de Riccati

$$\frac{dy}{dx} + y^2 - 2Hy + K - n(n+1)\,\wp(x-\alpha) = 0,$$

de sorte que les calculs précédents fournissent en même temps l'intégrale générale de cette équation. Dans le cas $n = 1$, $n \neq 0$, par exemple, cette intégrale peut s'écrire

$$y = H + \frac{1}{2[\wp(x-\alpha) + K - H^2]}\left[\wp'(x-\alpha) + \wp'\gamma\frac{Cz-1}{Cz+1}\right],$$

C étant une constante arbitraire, γ une racine quelconque de l'équation $\wp u = H^2 - K$ et z désignant la fonction

$$z = \frac{\sigma(x-\alpha-\gamma)}{\sigma(x-\alpha+\gamma)}e^{2x\zeta\gamma}. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'extension de la méthode de Cauchy aux systèmes d'équations aux dérivées partielles d'ordre quelconque.* Note de M. J. **Beudon**, présentée par M. Darboux.

« On sait combien la notion de multiplicités caractéristiques formées d'*éléments unis* a perfectionné la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre. Je me propose de montrer dans cette Note comment on peut faire une théorie analogue pour certains systèmes d'équations aux dérivées partielles d'ordre quelconque, et de déterminer leur forme générale.

» Je ferai auparavant quelques remarques, qui ont déjà été exprimées, en partie dans les travaux de M. Lie et un Mémoire de M. von Weber (*Mathematische Annalen*, t. XLIV).

» 1. Soit

$$z = F(x_1, \ldots, x_n) \tag{1}$$

une fonction de $x_1 \ldots x_n$ régulière dans le voisinage des valeurs $x_1^0 \ldots x_n^0$; elle définit une multiplicité ponctuelle m_n à n dimensions dans un espace à $n+1$ dimensions.

» Les valeurs

$$\left\{\begin{array}{l} x_1^0, \ \ldots, \ x_n^0, \ \ \ldots, \ \ (z^{(n)}_{\lambda_1\ldots\lambda_n})_0, \ \ (z^{(p)}_{\alpha_1\ldots\alpha_n})^0, \\ \left(z^{(k)}_{\lambda_1\ldots\lambda_n} = \dfrac{\partial z^{(k)}}{\partial x_1^{\lambda_1}\ldots\partial x_n^{\lambda_n}}, \ \alpha_1+\ldots+\alpha_n = p\right) \end{array}\right. \tag{2}$$

font connaître z dans le voisinage de $x_1^0, \ldots, x_n^0$ jusqu'aux infiniment petits d'ordre p. Il est donc naturel d'appeler *élément de multiplicité* m_n d'ordre p dans l'espace à $n+1$ dimensions, et je désignerai par le symbole (E_p), tout système de valeurs tel que (2).

» Je dirai que deux éléments

$$E_p \qquad x_1^0 \ldots x_n^0 \ldots (z^{(k)}_{\lambda_1 \ldots \lambda_n})^0 \ldots (z^{(p)}_{\alpha_1 \ldots \alpha_n})^0$$

et

$$E_p + dE_p \qquad x_1^0 + dx_1^0 \ldots x_n^0 + dx_n^0 \ldots (z^{(k)}_{\lambda_1 \ldots \lambda_n})^0 + d(z^{(k)}_{\lambda_1 \ldots \lambda_n})^0 \ldots (z^{(p)}_{\alpha_1 \ldots \alpha_n})^0 + d(z^{(p)}_{\alpha_1 \ldots \alpha_n})^0$$

sont *unis* si l'on a les identités

$$(3) \qquad \left\{ \begin{array}{l} d(z^{(\lambda)}_{\beta_1 \ldots \beta_n})_0 = \sum_{i=1}^{n} (z^{(\lambda+1)}_{\beta_1 \ldots \beta_i + 1 \ldots \beta_n})\, dx_i^0, \\ (\lambda = 0, 1, \ldots, p-1, \ \beta_1 + \ldots + \beta_n = \lambda). \end{array} \right.$$

» On peut envisager *a priori* les équations (3), en considérant $x_1, \ldots, x_n$, $z, \ldots, z^{(p)}_{\alpha_1 \ldots \alpha_n}$ comme des variables distinctes, et chercher toutes les multiplicités M d'éléments satisfaisant à ces relations.

» Une telle multiplicité M sera définie par un certain nombre de relations, parmi lesquelles une au moins ne renfermera que $z, x_1 \ldots x_n$.

» Les relations entre $z, x_1 \ldots x_n$ seulement définiront une multiplicité ponctuelle m, que j'appellerai le *support* de M.

» Si une multiplicité M est représentée par $\Gamma_n^p - l$ équations, je dirai qu'elle est d'ordre l, et la désignerai par le symbole M_l.

» 2. J'envisage maintenant un système d'équations aux dérivées partielles complètement intégrable, définissant une fonction z de $x_1, \ldots, x_n$, préparé de façon que toutes les équations soient du même ordre p, et composé de $\Gamma_n^p - \pi$ équations, *π étant inférieur à n*.

» On peut toujours supposer que le système, supposé rationnel, possède $n - \pi$ équations ne renfermant, en fait de dérivées d'ordre ρ, que les suivantes :

$$\left. \begin{array}{ll} z^{(p)}_{\alpha_1, \ldots, \alpha_i+1, \ldots, \alpha_n}, & \text{où} \quad i = 1, 2, \ldots, n-\pi, \\ \text{et} & \\ z^{(p)}_{\alpha_1, \ldots, \alpha_{n-\pi+\rho}+1, \ldots, \alpha_n}, & \rho = 1, 2, \ldots, \pi \end{array} \right\} \qquad (\alpha_1 + \ldots + \alpha_n = p - 1).$$

Soient

$$(1) \qquad \Phi_j = 0 \qquad (j = 1, 2, \ldots, n - \pi)$$

ces équations.

» Aux variables $x_1, \ldots, x_n$, je substitue les variables $x_1, \ldots, x_{n-\pi}$; $y_{n-\pi+1}, \ldots, y_n$.

» J'aurai les formules

$$(2) \qquad \frac{\partial z^{(k)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_n}}{\partial x_i} = z^{(k+1)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_i+1,\ldots,\lambda_n} + \sum_{\rho=1}^{\pi} z^{(k+1)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_{n-\pi+\rho}+1,\ldots,\lambda_n} \frac{\partial x_{n-\pi+\rho}}{\partial x_i},$$

$$(3) \qquad \frac{\partial z^{(k)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_n}}{\partial y_{n-\pi+q}} = \sum_{\rho=1}^{\pi} z^{(k+1)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_{n-\pi+\rho}+1,\ldots,\lambda_n} \frac{\partial x_{n-\pi+\rho}}{\partial y_{n-\pi+q}};$$

d'où

$$(4) \qquad \frac{\partial z^{(k+1)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_i+1,\ldots,\lambda_n}}{\partial y_{n-\pi+q}} = \sum_{\rho=1}^{\pi}\left(\frac{\partial z^{(k+1)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_{n-\pi+\rho}+1,\ldots,\lambda_n}}{\partial x_i}\,\frac{\partial x_{n-\pi+\rho}}{\partial y_{n-\pi+q}} - \frac{\partial z^{(k+1)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_{n-\pi+\rho}+1,\ldots,\lambda_n}}{\partial y_{n-\pi+q}}\,\frac{\partial x_{n-\pi+\rho}}{\partial x_i}\right)$$

$(k = 1, 2, \ldots, p-1;\ \alpha_1 + \ldots + \alpha_n = k;\ i = 1, 2, \ldots, n-\pi;\ q = 1, 2, \ldots, \pi)$.

» Je différentie les équations (1) par rapport à $y_{n-\pi+q}$ en tenant compte de (2), (3) et (4), et j'annule les coefficients de

$$\frac{\partial z^{(p)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_{n-\pi+\rho}+1,\ldots,\alpha_n}}{\partial y_{n-\pi+q}} \quad \text{et} \quad \frac{\partial x_{n-\pi+\rho}}{\partial y_{n-\pi+q}} \qquad \text{pour} \qquad \rho = 1, 2, \ldots, \pi,$$

et je poursuis enfin cette opération pour $q = 1, 2, \ldots, \pi$.

» J'obtiens ainsi les relations

$$\frac{\partial \Phi_j}{\partial z^{(p)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_{n-\pi+\rho}+1,\ldots,\alpha_n}} - \sum_{i=1}^{n-\pi} \frac{\partial \Phi_j}{\partial z^{(p)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_i+1,\ldots,\alpha_n}} \frac{\partial x_{n-\pi+\rho}}{\partial x_i} = 0,$$

$$\frac{\partial \Phi_j}{\partial x_{n-\pi+\rho}} + \sum_{k=1}^{p-1} \frac{\partial \Phi_j}{\partial z^{(k)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_n}} z^{(k+1)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_{n-\pi+\rho}+1,\ldots,\lambda_n}$$
$$+ \sum_{i=1}^{n-\pi} \frac{\partial \Phi_j}{\partial z^{(p)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_i+1,\ldots,\alpha_n}} \frac{\partial z^{(p)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_{n-\pi+\rho}+1,\ldots,\alpha_n}}{\partial x_i} = 0$$

$$(\rho = 1, 2, \ldots, \pi;\ j = 1, 2, \ldots, n-\pi).$$

» Différentiant maintenant toutes les équations du système primitif par rapport à $x_1, x_2, \ldots, x_{n-\pi}$ successivement, et adjoignant les relations (2), je vois que $x_{n-\pi+1}, \ldots, x_n$; $z, \ldots, z^{(p)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_n}$ sont définis en fonction de $x_1, \ldots, x_{n-\pi}$ par un système du premier ordre, de la forme de ceux dont M. Lie a ramené l'intégration à des équations différentielles ordinaires.

» Ce système définit un ensemble de multiplicités $M_{n-\pi}$ formées d'éléments unis; je propose de les appeler *multiplicités caractéristiques du système proposé*.

» Le *support* d'une multiplicité caractéristique est une multiplicité ponctuelle à $n - \pi$ dimensions, qui joue le même rôle que les multiplicités analogues que l'on rencontre dans la théorie des équations du premier ordre.

» Nous avons donc établi le théorème suivant :

» *Étant donné un système complètement intégrable définissant z en fonction de $x_1, \ldots, x_n$ et tel que toutes ses équations ont été amenées à être du même ordre p, si la différence entre le nombre des dérivées d'ordre p de z et le nombre de ces équations est inférieur au nombre des variables, la méthode de Cauchy est applicable et le système jouit des mêmes propriétés que les systèmes d'équations aux dérivées partielles du premier ordre.*

» *Dans le cas contraire, on devra employer la méthode de M. Darboux pour compléter le nombre des équations.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de deux variables réelles et sur la notion de fonction arbitraire*. Note de M. **Emile Borel**, présentée par M. Darboux.

« Dans ma Note du 12 février 1894, j'ai appelé l'attention sur les fonctions d'une variable réelle admettant dans un intervalle donné des dérivées de tous les ordres, sans être analytiques. J'ai indiqué pour ces fonctions un développement en série tel que les dérivées de la fonction s'obtiennent en dérivant la série terme à terme. La démonstration de ce résultat a paru dans ma Thèse.

» J'ai étendu ce théorème à une fonction de deux variables réelles x, y admettant des dérivées partielles de tous les ordres dans un rectangle, par exemple dans le carré défini par les inégalités

$$-\pi \leqq x \leqq +\pi, \qquad -\pi \leqq y \leqq +\pi.$$

» Une telle fonction peut être développée en une série de la forme

$$\sum_m \sum_n A_{mn} \cos mx \cos ny + B_{mn} \sin mx \cos ny + C_{mn} x^m \cos ny$$
$$+ A'_{mn} \cos mx \sin ny + B'_{mn} \sin mx \sin ny + C'_{mn} x^m \sin ny$$
$$+ A''_{mn} y^n \cos mx + B''_{mn} y^n \sin mx + C''_{mn} x^m y^n.$$

» Il y aurait d'ailleurs des simplifications évidentes si l'on supposait la fonction *paire*, ou *impaire*. De plus, et c'est là le point essentiel, le déve-

loppement est convergent *ainsi que toutes ses dérivées partielles* (prises terme à terme) et ces dérivées représentent par suite les dérivées de la fonction, dans tout le domaine considéré.

» Ce résultat, qu'il serait sans doute aisé d'étendre à un plus grand nombre de variables, permet de généraliser une méthode pour la représentation des fonctions arbitraires, dont j'ai donné une application dans ma Note du 25 mars 1895.

» On est ainsi conduit à se demander si les notions de fonctions arbitraires *analytiques* ou *non analytiques*, d'*une* ou de *plusieurs* variables sont réellement distinctes et, dans le cas de l'affirmative, en quoi réside essentiellement leur différence, puisque la méthode dont il est question semble ramener ces notions les unes aux autres. Je crois qu'il faut rechercher la raison de cette différence dans l'étude approfondie des caractères de convergence des séries qui représentent les diverses fonctions considérées. Il y aurait lieu de déterminer dans quelle mesure ces divers caractères de convergence peuvent être ramenés les uns aux autres. Je dois me contenter de signaler ici ce sujet de recherches sur lequel je possède actuellement trop peu de résultats ».

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes orthogonaux.* Note de M. **Paul Adam**, présentée par M. Poincaré.

« M. Darboux a montré (*Annales de l'École Normale*, 1878) que la solution de la question suivante : *Quelle est la surface qui, dans tous les mouvements possibles, engendre une famille de Lamé* (*c'est-à-dire appartenant à un système triple orthogonal?*) revient à trouver les solutions communes à six équations aux dérivées partielles du troisième ordre en coordonnées cartésiennes.

» L'éminent géomètre a ajouté, dans les Leçons qu'il a professées à la Sorbonne en 1891-1892 : *Il est probable qu'il n'y a que la sphère qui réponde à la question.*

» On peut établir facilement l'exactitude des prévisions de M. Darboux en employant un système particulier de coordonnées tangentielles.

» On peut même aller plus loin et démontrer que :

» *La sphère et le cylindre sont les seules surfaces qui, dans deux translations rectilignes distinctes, que l'on peut* (*d'après la théorie des systèmes triples orthogonaux*) *toujours supposer rectangulaires, engendrent une famille de Lamé.*

» Comme le cylindre ne peut évidemment engendrer, *dans tout mouvement*, une famille de Lamé, il résultera bien de là que la sphère peut seule répondre à cette condition.

» Soient α et β les paramètres des génératrices rectilignes imaginaires de la sphère quand on considère la représentation sphérique d'une surface; l'équation tangentielle de cette surface est

$$(1) \qquad (1-\alpha\beta)x + i(1+\alpha\beta)y + (\alpha+\beta)z + \xi = 0.$$

» Pour que cette surface puisse, par translation rectiligne, engendrer une famille de Lamé, j'ai montré [1] qu'il faut et il suffit que la fonction $\xi(\alpha, \beta)$ vérifie la première ou la seconde des deux équations aux dérivées partielles

$$\begin{vmatrix} 1 \mp \beta^2 & s + \dfrac{p-q}{\alpha-\beta} & r \\ 0 & \dfrac{4}{\alpha-\beta}\dfrac{r}{t} + \dfrac{\partial}{\partial\beta}\left(\dfrac{r}{t}\right) & \dfrac{4}{\alpha-\beta}\dfrac{r}{t} + \dfrac{\partial}{\partial\alpha}\left(\dfrac{r}{t}\right) \\ 1 \mp \alpha^2 & t & s + \dfrac{p-q}{\alpha-\beta} \end{vmatrix} = 0,$$

suivant que la translation s'opère parallèlement à Ox (signe supérieur) ou à Oy (signe inférieur).

» Ces deux équations, qui sont linéaires et homogènes par rapport aux deux mineurs formant les coefficients de $1 \mp \beta^2$ et de $1 \mp \alpha^2$, ne peuvent avoir lieu simultanément que si ces mineurs sont nuls, c'est-à-dire, si l'on a

$$(2) \qquad \left\{ \begin{aligned} &\left(s + \frac{p-q}{\alpha-\beta}\right)\left[\frac{4}{\alpha-\beta}\frac{r}{t} + \frac{\partial}{\partial\beta}\left(\frac{r}{t}\right)\right] - t\left[\frac{4}{\alpha-\beta}\frac{r}{t} + \frac{\partial}{\partial\alpha}\left(\frac{r}{t}\right)\right] = 0, \\ &\left(s + \frac{p-q}{\alpha-\beta}\right)\left[\frac{4}{\alpha-\beta}\frac{r}{t} + \frac{\partial}{\partial\alpha}\left(\frac{r}{t}\right)\right] - r\left[\frac{4}{\alpha-\beta}\frac{r}{t} + \frac{\partial}{\partial\beta}\left(\frac{r}{t}\right)\right] = 0. \end{aligned} \right.$$

» On peut satisfaire à ces équations, en posant

$$r = t = 0.$$

» Cette hypothèse ne donne, comme on sait, que la sphère comme surface réelle. On sait aussi que, pour une surface réelle, dans le système de coordonnées (α, β, ξ), r ne peut être nul sans que t le soit également et *vice versa*.

---

(1) *Thèse de Doctorat;* Paris, Gauthier-Villars; 1887.

» Les équations (2) sont encore vérifiées, si l'on suppose

$$(3)\qquad \frac{4}{\alpha-\beta}\frac{r}{t}+\frac{\partial}{\partial\alpha}\left(\frac{r}{t}\right)=\frac{4}{\alpha-\beta}\frac{r}{t}+\frac{\partial}{\partial\beta}\left(\frac{r}{t}\right)=0.$$

» Mais si l'on différentie la première de ces équations par rapport à β et la seconde par rapport à α, puis qu'on retranche les deux résultats ainsi obtenus, on obtient, en tenant compte des équations (3) elles-mêmes,

$$\frac{r}{t}=0,$$

c'est-à-dire que r doit être nul, et l'on rentre ainsi dans l'hypothèse, examinée tout d'abord, qui avait conduit à la sphère.

» Par suite, en laissant de côté la sphère, les équations (2) entraînent la suivante :

$$(4)\qquad \left(s+\frac{p-q}{\alpha-\beta}\right)^2=rt.$$

» On reconnaît sans peine que celle-ci a pour intégrale

$$\xi=\mathrm{A}\alpha\beta-(\alpha+\beta)\varphi(\mathrm{A})-\psi(\mathrm{A})$$

avec

$$0=\alpha\beta-(\alpha+\beta)\varphi'(\mathrm{A})-\psi'(\mathrm{A}),$$

φ et ψ désignant des fonctions arbitraires du paramètre A ; et que les coordonnées cartésiennes de la surface correspondante, définie par l'équation (1), ont pour expressions

$$x-iy=\mathrm{A},\qquad x+iy=\psi(\mathrm{A}),\qquad z=\varphi(\mathrm{A}).$$

Cette surface se réduit donc à une courbe.

» Il semble, d'après ce résultat, que la sphère est la seule surface qui, dans deux translations distinctes, engendre une famille de Lamé. Or cela est inexact, car le cylindre jouit évidemment de cette propriété. Si on ne l'a pas obtenu par l'analyse précédente, cela tient à ce que l'équation (4) est ce que devient l'équation aux dérivées partielles des surfaces développables, quand on passe des coordonnées cartésiennes au système (α, β, ξ) et que, dans ce dernier système, l'équation (4) ne peut représenter effectivement les surfaces développables, puisqu'elle n'implique, comme il le faudrait, aucune relation entre les variables α et β.

» Mais des considérations géométriques très simples montrent immédiatement qu'une développable qui, dans une translation, engendre une

famille de Lamé, c'est-à-dire dont les génératrices restent normales à une surface, est nécessairement un cylindre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une nouvelle détermination du rapport v entre les unités électrostatiques et électromagnétiques.* Note de M. D. **Hurmuzescu**, présentée par M. Lippmann.

« Les méthodes le plus souvent employées pour déterminer cette constante ont été : celle des capacités et celle des forces électromotrices, comme étant les plus précises. Maxwell, bien avant les autres déterminations, avait employé une autre méthode très élégante, fondée sur la mesure des forces électromotrices, mais dont la disposition expérimentale est peu susceptible de précision.

» Nous avons repris cette méthode, mais en la modifiant de manière à la rendre au moins aussi précise que les autres méthodes. Elle consiste à prendre la différence de potentiel électrostatique, aux bouts d'une résistance bien connue R, par un électromètre absolu cylindrique. Le couple de cette attraction est

$$\frac{(RI)^2}{v^2}\,\frac{L}{4\,\mathrm{Log}\,\frac{D}{d}};$$

à ce couple on oppose directement un autre, dû à une répulsion électrodynamique.

» L'électrodynamomètre est formé d'une bobine longue unicouche et d'une bobine mobile disposée à 90° en son milieu; le couple est

$$\frac{4\pi n_1 S'}{\sqrt{1+\frac{a^2}{l^2}}}\,I^2.$$

» Les deux instruments forment un système solidaire porté par un fil de suspension très sensible. On observe la déviation dans une lunette à 3^m de distance; on agit sur la résistance pour avoir l'équilibre entre les deux couples, d'où la valeur de v,

$$v = R\sqrt{L}\sqrt{\frac{0,4342945}{4\log\frac{D}{d}}}\sqrt{\frac{1}{\frac{4\pi n_1 S'}{\sqrt{1+\frac{a^2}{l^2}}}}}.$$

» L'électromètre est double à chaque bout du levier L. Pour éliminer les dissymétries tant de l'électromètre que de l'électrodynamomètre, comme aussi le champ magnétique terrestre, déjà compensé pour une grande partie par un aimant permanent, après avoir obtenu l'équilibre dans un sens pour une résistance R, à l'aide d'un double commutateur-renverseur, on change le sens des deux couples à la fois et on obtient un nouvel équilibre pour une résistance R' :

$$v = \frac{R + R'}{2} \frac{\sqrt{L}}{M}.$$

» L'emploi de l'électromètre cylindrique (circulaire) rend les expériences particulièrement précises. On a un équilibre stable, un réglage sûr et exact, par le fait que la force passe par un minimum lorsque les deux cylindres sont exactement coaxiaux; on a obtenu cette coïncidence à moins de $0^{mm},2$; l'erreur correspondante, calculée d'après les formules de Blavier, est de l'ordre du dix-millième.

» Dans cette méthode, on oppose deux couples constants pour des petits déplacements.

» Les mesures qu'on a effectuées pour avoir v sont :

» Pour l'électromètre : le rapport des diamètres des cylindres et le bras du levier L. Les deux mesures, on peut les avoir avec une grande précision pour les dimensions que nous avons données aux appareils.

» Pour l'électrodynamomètre : n_1 et S'. Pour cette dernière mesure, nous avons employé une méthode nouvelle : ramener la comparaison de S' et d'une bobine-étalon unicouche de grand diamètre à une comparaison de deux résistances. Cette méthode donne largement le $\frac{1}{3000}$ et, comme c'est sous le radical, on a la moitié de cette erreur; sur l'autre facteur de sous le radical, on a la même approximation.

» Donc on connaît le radical à moins de $\frac{1}{3000}$.

» On a éliminé l'incertitude du point de suspension de l'électromètre sur le bras de levier, comme aussi une certaine flexion de celui-ci, en faisant quatre séries d'expériences à des longueurs différentes L_1, L_2, L_3, L_4, et en obtenant les combinaisons entre ces séries par la formule

$$v = \frac{R_1 R_2}{M} \sqrt{\frac{L_2 - L_1}{R_1^2 - R_2^2}}.$$

» La détermination de $\sqrt{L_2 - L_1}$ se fait avec une très grande approximation, $L_2 - L_1$ étant de l'ordre de 8 centimètres.

» Mais, comme il y a une incertitude de $\frac{1}{2000}$ sur la valeur de l'ohm, suivant qu'on adopte $\frac{106,25}{106}$ ohm légal ou $\frac{106,3}{106}$ ohm légal que nous adoptons, nous donnons pour v le millième seulement.

» La mesure de R se faisait, après chaque équilibre, directement par une boîte Elliott, disposée en pont et tenue à l'abri des variations de température. Cette boîte a été étalonnée en ohms légaux, et l'ohm mercuriel qui a servi à cet étalonnement a été comparé aux copies [3] et [49] du Bureau international des Poids et Mesures.

» La force électromotrice employée a varié de 1500 à 2500 volts; elle provenait d'une dynamo spéciale de hautvoltage.

» La moyenne de six combinaisons, deux à deux des moyennes des quatre séries, chacune à peu près de vingt déterminations, ne différant pas du $\frac{1}{1500}$ entre les diverses valeurs d'une même série, donne pour v une valeur comprise entre

$$3,0005.10^{10}$$

et

$$3,0020.10^{10}$$ (1). »

PHOTOCHIMIE. — *Relation entre l'intensité de la lumière et la décomposition chimique qu'elle produit; expériences avec les mélanges de chlorure ferrique et d'acide oxalique*. Note de M. **Georges Lemoine**, présentée par M. A. Cornu.

« La décomposition provoquée par la lumière dans les dissolutions de chlorure ferrique et d'acide oxalique peut servir à mesurer l'intensité de cette lumière, quoique la réaction soit exothermique, car la chaleur dégagée se dissipe rapidement dans le milieu ambiant et la transformation chimique prend un régime permanent (*Comptes rendus*, 25 février 1895, t. CXX, p. 441).

» J'ai profité des belles journées de cette année pour établir expérimentalement la relation entre l'intensité lumineuse et la décomposition chimique du réactif.

» Je me suis servi d'un système de deux prismes polariseurs de grandes dimensions, qui appartiennent à l'École Polytechnique et que M. Cornu a

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des recherches physiques, à la Sorbonne. Les expériences d'essai ont été commencées, en 1893, dans l'ancien local; les expériences définitives n'ont pu être terminées que cette année dans le nouveau local.

bien voulu mettre à ma disposition : le polarisateur était un prisme de Foucault; l'analyseur, un Nicol. En les montant sur un axe muni d'un cercle gradué, on peut, par une simple rotation, faire varier en proportions connues (loi de Malus) l'intensité de la lumière; elle arrive sur le réactif dans une petite cuve de 4^{mm} d'épaisseur, disposée dans un châssis à l'extrémité de l'axe et pouvant être déplacée dans deux directions rectangulaires. Le tout est orienté vers le Soleil, et l'on en suit les mouvements. On mesure par un essai chimique les décompositions produites successivement par une intensité lumineuse 1 et par sa fraction $\frac{1}{n}$.

» L'expérience est longue, car il faut obtenir une décomposition notable, et les prismes arrêtent beaucoup de lumière. On doit donc tenir compte des variations d'intensité de la lumière naturelle. Je détermine cette correction en exposant de temps en temps directement au Soleil le même réactif et en mesurant chaque fois sa décomposition. Il est remarquable que pendant les très belles journées, entre 10^h et 3^h, la correction n'a ordinairement que peu d'importance : l'intensité lumineuse, appréciée au point de vue chimique, y est souvent peu variable ([1]).

» 10 septembre 1895. — De 1^h15^m à 2^h30^m, pendant 75 minutes, on a disposé l'analyseur à 90° de l'extinction, soit une intensité 1. Pour 5^{cc} de mélange actif

$$(C^2O^3.HO + Fe^2Cl^3 = 4^{lit}),$$

le permanganate de potasse consommé pour agir sur le chlorure ferreux a été $2^{cc},2$. De 11^h51^m à 1^h7^m, pendant 136 minutes, avec l'intensité $\frac{1}{4}$, il avait fallu $1^{cc},0$. D'où rapport des décompositions chimiques ramenées à une minute :

$$(1,0 : 136) : (2,2 : 75) = 0,251.$$

» Des cuves de 4^{mm} insolées directement, chacune 9 minutes, pour apprécier les variations de la lumière solaire, ont éprouvé des décompositions qui, pour 10^{cc} du même réactif, ont exigé en permanganate de potasse :

De 11^h11^m à 11^h20^m	$4^{cc},4$
De 12^h45^m à 12^h54^m	4,95
De 2^h10^m à 2^h19^m	4,65

» La correction qui en résulte est insignifiante dans le cas actuel.

(1) Des résultats semblables ont été obtenus par M. Abney par une toute autre méthode (*Philosophical Transactions*, 1893).

Dans ces conditions, l'absorption par le chlorure ferrique n'a que des variations très faibles.

» Les rapports obtenus dans ces expériences sont les suivants :

17 août 1895 :	essai chimique	0,54	au lieu de	0,50
10 sept. 1895	—	0,251	—	0,25
15 sept. 1895	—	0,146	—	0,125

» Les différences entre les deux mesures d'intensités sont de l'ordre de grandeur des erreurs d'expériences.

» On peut donc conclure, au moins comme première approximation, que *la décomposition chimique du mélange de chlorure ferrique et d'acide oxalique est proportionnelle à l'intensité lumineuse.*

» L'expérience montre d'ailleurs que la réaction n'éprouve pas sensiblement de retard au début et qu'elle cesse, ou à très peu près, avec la suppression de la lumière. Des déterminations comparatives faites avec une lumière continue ou intermittente donnent les mêmes résultats si la durée totale de l'insolation effective est la même.

» 16 septembre 1892. — On a exposé au Soleil, perpendiculairement aux rayons lumineux, deux cuves rectangulaires A et B de 4^{mm} contenant le réactif. Le temps de pose a été de douze minutes pour les deux cuves, mais pour A avec interruption et éclairement alternatifs de trois minutes tandis que pour B l'éclairement était continu. Avec 10^{cc} de liquide, le permanganate de potasse consommé a été $7^{cc},63$ pour A et $7^{cc},55$ pour B.

» 26 novembre 1895. — Expérience semblable, en réduisant chaque interruption à une minute dans la cuve A. Temps de pose : vingt minutes. Comme l'intensité lumineuse n'était pas constante, on a, pour l'éclairement continu, pris successivement deux cuves B et C exposées l'une pendant les vingt premières minutes, l'autre pendant les vingt dernières minutes, de manière à suivre la cuve A pendant les quarante minutes de l'expérience. Avec 10^{cc} de liquide, le permanganate de potasse versé a été, pour A, $4^{cc},45$; pour B, $4^{cc},85$; pour C, $3^{cc},65$. La moyenne de B et C égale à $4^{cc},25$ est très peu inférieure à $4^{cc},45$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la présence de l'argon et de l'hélium dans une source d'azote naturelle.* Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. Henri Moissan.

« Tout récemment M. Bouchard (¹) a signalé la présence de l'hélium dans les gaz des sources du Bois (Cauterets), et celle de l'hélium et de

(¹) *Comptes rendus,* séance du 2 septembre 1895.

l'argon dans les gaz de la Raillère. En étudiant le même sujet, MM. Troost et Ouvrard ont découvert une propriété importante de l'argon et de l'hélium, celle de s'absorber par le magnésium à très haute température.

» Je viens de rencontrer les deux mêmes éléments réunis dans un autre gaz naturel, qui s'échappe en abondance par grosses bulles de la source de Maizières (Côte-d'Or) (¹). L'eau de Maizières est une eau lithinée renfermant peu de sulfate de chaux et qui possède à la source une température de + 12°. Grâce à la complaisance de M. Communaux, directeur de la Compagnie, j'ai eu à ma disposition quelques litres de gaz. Les échantillons avaient été recueillis avec toutes les précautions d'usage, afin d'éviter le contact de l'air, qui eût introduit fatalement de l'argon.

» L'analyse sur la cuve à mercure m'a d'abord montré que le gaz renfermait une faible proportion d'oxygène (environ 2 pour 100), le reste offrant tous les caractères négatifs de l'azote.

» Pour rechercher l'argon et l'hélium, j'ai eu recours à l'obligeance de M. Deslandres, qui a bien voulu se charger de ces expériences délicates. Après absorption de l'azote par le lithium au rouge sombre, le résidu gazeux, introduit dans des tubes de Plucker sous une faible pression, et soumis à l'influence de l'effluve, a donné les raies caractéristiques de l'argon et de l'hélium.

» Ajoutons que la proportion de ces deux gaz a été trouvée assez notable; le volume, en effet, de résidu gazeux non absorbable par le lithium est compris entre $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{15}$ du volume total.

» Bien que l'analyse n'ait pas été poussée plus loin, il m'a paru intéressant de communiquer ces résultats à l'Académie, non seulement à cause de la présence de l'argon et de l'hélium dans une source de gaz naturelle, mais encore à cause de la proportion relativement élevée de ces deux éléments dans le mélange gazeux. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Détermination expérimentale du pouvoir agglutinant des houilles.* Note de M. **Louis Campredon**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans les classifications actuelles des houilles, on ne trouve aucune indication de leur pouvoir agglutinant, c'est-à-dire de la faculté qu'elles

(¹) Voir, pour ce qui concerne les eaux de Maizières, l'intéressant Mémoire présenté en 1892 à l'Académie de Médecine par M. Matton, stagiaire des eaux minérales.

possèdent de s'agglomérer, plus ou moins, par le chauffage, soit en vase clos pour la fabrication du coke ou du gaz, soit dans un foyer avec accès de l'air. Suivant la manière dont elle se comporte au feu, on se contente de dire qu'une houille est plus ou moins collante.

» L'analyse chimique des houilles, telle qu'on la pratique ordinairement dans les laboratoires industriels, ne donne, sur leur pouvoir agglutinant, aucun renseignement précis. Cependant, la détermination de la teneur de carbone fixe, par un essai de carbonisation en petit, permet de constater, en même temps que la proportion de matières volatiles, la nature du culot de coke obtenu.

» 1° Un coke pulvérulent est l'indice d'une houille peu agglutinante ou d'une houille altérée. En effet, M. Mahler a reconnu que certaines variétés de houille s'oxydent rapidement à l'air froid et plus rapidement encore par le chauffage. A mesure que l'oxydation progresse, la houille perd ses facultés agglutinantes; ses propriétés et sa composition élémentaire la rapprochent alors de plus en plus des lignites.

» 2° Un coke boursouflé et brillant, ou compact et dur, montre, au contraire, que la houille possède les propriétés agglutinantes qui la font rechercher pour la fabrication du coke.

» L'analyse élémentaire des houilles, qui constitue une opération longue et délicate, difficilement réalisable dans les laboratoires de l'industrie, ne permet pas non plus, *a priori*, l'appréciation exacte de leur faculté agglomérante.

» J'ai été conduit à effectuer une série d'essais pour déterminer le pouvoir agglutinant des houilles par un procédé analogue à celui que l'on emploie pour évaluer le *pouvoir liant* des ciments.

» *Principe du procédé.* — Mélanger la houille avec un corps inerte et soumettre le mélange à la carbonisation en vase clos. La houille retiendra, *sous forme de culot solide,* d'autant plus de matière inerte qu'elle sera plus collante.

» *Pratique de l'essai.* — On opère sur la houille finement pulvérisée, passée au tamis de 400 mailles par centimètre carré.

» Le corps inerte adopté est le sable silicieux : sable de mer, de rivière ou de carrière, à grains fins et de dimensions à peu près uniformes. On prend du sable sec passant à travers le tamis à 100 mailles par centimètre carré, et restant sur le tamis à 400 mailles par centimètre carré.

» On mélange à un poids constant de houille (1^{gr} par exemple) des poids variables de sable, et l'on chauffe, au rouge vif, dans de petits creusets de porcelaine, de façon à carboniser la houille.

» Après refroidissement, on observe l'aspect du produit chauffé et l'on trouve une

poudre sans consistance ou un culot plus ou moins dur. Il est facile de déterminer ainsi, au moyen de quelques essais, le poids *maximum* de sable qu'une houille peut agglomérer par carbonisation, de façon à donner encore un culot solide.

» Le poids de la houille étant pris pour unité, son pouvoir agglutinant sera représenté par le poids de sable aggloméré.

» Le pouvoir agglutinant est nul pour toutes les houilles qui, soumises à la carbonisation, donnent un coke pulvérulent; il atteint 17 pour la houille la plus collante, essayée jusqu'à présent, et 20 pour le brai.

» *Résultats obtenus.* — Le procédé ci-dessus décrit est employé depuis plus de trois ans au laboratoire de l'usine de Trignac.

» Voici, à titre de renseignements, quelques résultats obtenus, en opérant sur la houille desséchée à 100° C. :

		Analyse immédiate.			
Nos.	Désignation.	Matières volatiles.	Cendres.	Carbone fixe.	Pouvoir agglutinant.
1.	Houille tout-venant, mine Aberdare Werthyr (Pays de Galles)	10,90	6,20	82,90	0
2.	Houille tout-venant (bassin de Newcastle)	34,25	10,80	54,95	2
3.	Houille tout-venant d'Écosse	34,72	8,35	56,93	4
4.	Houille menue à coke (bassin de Cardiff)	19,80	7,70	72,50	6
5.	Houille tout-venant de Lens (Pas-de-Calais)	27,20	8,70	64,10	13
5 *bis*.	N° 5 oxydé par chauffage à 100° C. pendant un an.	28,12	8,55	63,33	0
6.	Houille menue à coke (bassin de Newcastle)	27,83	8,75	63,42	14
7.	Houille menue à coke (bassin de Newcastle)	29,50	8,50	62,00	17
8.	Brai sec de Beckton (près Londres)	44,82	0,60	54,58	20

» *Conclusions.* — Ainsi que le montre le Tableau ci-dessus, il n'existe aucune corrélation entre la composition d'une houille, établie par l'analyse immédiate, et son pouvoir agglutinant. Nous estimons que l'essai pratique décrit dans la présente Communication peut fournir aux consommateurs de houille une indication précieuse sur son agglutination par la chaleur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'amalgame de chrome et quelques propriétés du chrome métallique.* Note de M. J. **Férée**, présentée par M. Troost.

« L'amalgame de chrome a été peu étudié jusqu'à présent. MM. Vincent [1] et Moissan [2] ont préparé, en faisant agir des solutions de chlo-

[1] *Philosophical Magazine*, t. XXIV, p. 328.

[2] *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 180; 1879.

rure, de bromure ou d'iodure de chrome sur l'amalgame de sodium, un amalgame liquide à très faible teneur en chrome.

» L'action de l'amalgame de sodium sur les sels de chrome ne donnant pas de bons résultats, j'ai cherché à obtenir l'amalgame de chrome par la méthode électrolytique qu'on n'avait pas encore employée dans ce cas.

» Lorsqu'on électrolyse, sans précautions particulières, une solution pure de chlorure chromique avec une électrode négative de mercure et une électrode positive de platine, en général, le mercure ne renferme que des traces de chrome, et il se forme, dans la liqueur, une poudre brun noir dont la formule, suivant Bunsen (1), est comprise entre Cr^4O^5 et Cr^5O^6, et sur la composition de laquelle je compte revenir.

» Pour obtenir de grandes quantités d'amalgame de chrome, j'ai trouvé qu'il fallait électrolyser une liqueur contenant 160^{gr} de chlorure chromique cristallisé, 100^{gr} d'acide chlorhydrique concentré et 740^{gr} d'eau et employer une densité absolue de courant suffisamment élevée.

» En opérant dans une cloche à douille contenant du mercure pur et la solution précédente, j'ai pu préparer, en peu de temps, avec un courant de 22 ampères et une surface mercurielle de $8^{cq},05$, c'est-à-dire avec une densité absolue de 0,273, plus de $1^{kg},500$ d'amalgame de chrome solide. Lorsque la densité du courant est trop faible, il ne se produit pas d'amalgame, comme je l'ai constaté dans un cas où cette densité n'était que de 0,028.

» Lorsqu'on a obtenu une quantité suffisante d'amalgame solide, on décante la solution et on lave rapidement le produit à l'eau froide; on le dessèche ensuite dans du papier à filtrer, puis on le comprime dans une peau de chamois. Le mercure qui s'échappe ne contient sensiblement plus de chrome, à peine 0,03 pour 100 d'après mes expériences.

» Pour analyser l'amalgame de chrome, obtenu par compression dans la peau de chamois, on le chauffe avec précaution au rouge dans un courant d'oxygène. Le résidu étant formé, malgré une chauffe prolongée, d'un mélange de sesquioxyde de chrome et d'oxyde salin à proportions variables, sa teneur en chrome fut déterminée par la méthode de Storer (2). L'analyse, faite sur deux échantillons différents, conduit à la formule Hg^3Cr.

» L'amalgame Hg^3Cr, obtenu comme nous venons de le dire, comprimé pendant quelques minutes dans des doubles de papier à filtrer, à une pression de 200^{kg} par centimètre carré, perd du mercure et donne un nouvel amalgame de composition constante répondant à la formule HgCr; c'est ce qu'ont montré les analyses de quatre échantillons différents.

(1) *Pogg. Ann.*, t. XCI, p. 619.

(2) *Proc. of the Americ. Acad. of Arts and Sciences*, t. VI, p. 338.

» L'amalgame Hg^3Cr est mou, brillant, peu altérable à l'air; chauffé, il perd du mercure sans fondre et s'oxyde rapidement.

» L'amalgame $HgCr$ est plus dur; il est brillant comme le précédent, mais il s'altère plus facilement en laissant bientôt perler à sa surface de petites gouttelettes de mercure.

» Ces deux amalgames, calcinés dans le vide, laissent un résidu de chrome métallique, très friable, mais conservant la forme de la substance primitive.

» Par distillation dans le vide, au-dessous de 300°, de l'un de ces amalgames, on obtient du chrome métallique dont les propriétés sont très différentes de celles du chrome de Deville ([1]) et de Fremy ([2]).

» Ce chrome est pyrophorique à froid; il s'enflamme spontanément dans l'air et, chose curieuse, il absorbe à la fois les deux éléments azote et oxygène; la chaleur dégagée est suffisante pour porter toute la masse au rouge vif, tandis que le chrome préparé par M. Moissan, en distillant l'amalgame au-dessus de 350°, ne s'enflamme dans l'air qu'après avoir été légèrement chauffé.

» Le chrome pyrophorique possède des propriétés semblables à celles du manganèse pyrophorique obtenu dans les mêmes conditions par M. Guntz ([3]). Ainsi, il absorbe, avec incandescence, le bioxyde d'azote pour donner de l'azoture et de l'oxyde de chrome, et cette réaction a lieu à froid. Chauffé dans un courant d'azote, il devient également incandescent et forme un azoture de chrome.

» L'activité chimique de ce corps est si considérable qu'il absorbe l'acide sulfureux à froid avec incandescence, et que, si on le chauffe très légèrement dans un courant d'oxyde de carbone ou d'acide carbonique, la chaleur dégagée par la réaction est suffisante pour le porter au rouge vif.

» Calciné, le chrome pyrophorique devient beaucoup moins actif; il est sensiblement inaltérable à l'air et n'a d'action sur l'acide sulfureux, l'acide carbonique et l'oxyde de carbone que s'il est chauffé assez fortement.

» Je me propose d'étudier les produits formés dans ces diverses réactions, ainsi que les autres propriétés de ce métal ([4]). »

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* (3), t. XLI, p. 354; 1854.

([2]) *Comptes rendus,* t. XLIV, p. 632; 1857.

([3]) *Bulletin de la Société chimique de Paris,* p. 275; 1892.

([4]) Travail fait à l'Institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy, Laboratoire de M. Guntz.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un mode de synthèse d'amides complexes*. Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Schützenberger.

« Les cyanaldes, c'est-à-dire les composés obtenus par M. Arm. Gautier en combinant l'acide cyanhydrique aux aldéhydes, sont des corps instables; j'ai montré qu'il en était autrement de leurs éthers (¹).

» *Dérivé isobutyrique*. — La préparation de l'acétate du cyanalde isobutyrique $(CH^3)^2.CH.CH(C^2H^3O^2)CAz$ confirme une fois de plus la stabilité de cette sorte d'éthers. J'ai obtenu ce composé par la méthode habituelle, en mettant en contact le chlorure d'acétyle et le cyanalde isobutyrique : c'est un liquide insoluble dans l'eau, bouillant sans décomposition à 189° sous la pression atmosphérique. A côté de ces éthers, j'ai rencontré d'autres dérivés complexes et stables qui sont des amides secondaires dérivés des cyanaldes.

» *Acétamide acétyl-lactique* : $AzH(C^2H^3O)(CO.CH)(C^2H^3O^2).CH^3$. — En distillant dans le vide le produit de la réaction du chlorure d'acétyle sur le nitrile lactique, on obtient généralement, outre l'éther acétique de ce nitrile, une masse visqueuse qui bout à 178° sous une pression de 15^{mm} de mercure. Cette masse, soumise à un froid peu vif mais prolongé, laisse déposer des cristaux que j'ai séparés par filtration à la trompe et purifiés par compression dans du papier à filtrer.

» Ces cristaux sont blancs, très hygrométriques; ils fondent vers 60° quand ils sortent de la presse, à 73° quand ils sont bien secs; ils sont solubles dans deux fois leur poids d'eau tiède, mais la dissolution se prend rapidement en cristaux avec une augmentation de poids de 10 pour 100 après dessiccation à l'air; il y a donc formation d'un hydrate de formule $AzC^7H^{11}O^4 + H^2O$, aisément dissociable. C'est par l'analyse et par l'action de l'eau que j'ai établi la constitution du corps fusible à 73° qui, d'après l'analyse, répond à la formule $AzC^7H^{11}O^4$. Ce composé ne présente pas les réactions des cyanures; il ne dégage pas d'ammoniaque sous l'action de la potasse à froid, il renferme donc l'azote sous forme d'amide. Les acides générateurs de cette amide ne peuvent être que l'acide acétique et l'acide acétyl-lactique.

» Admettons la formule $AzH(C^2H^3O)(CO.CH(C^2H^3O^2)CH^3)$ qui répond

(¹) *Comptes rendus*, 1895, 1er semestre.

à l'analyse; l'action de l'eau surchauffée sur un tel corps donnera naissance à de l'acétate d'ammoniaque et à de l'acide acétyl-lactique qui lui-même sera dédoublé par l'eau en acide acétique et en acide lactique que l'on pourra titrer. Opérons sur $1^{gr},353$ d'amide; chauffons à 150° pendant six heures au contact d'une dissolution légèrement alcaline, en tubes scellés : la quantité d'acide mise en liberté neutralise 15^{cc} de potasse titrée à 1 molécule KOH par litre; la formule exigerait $15^{cc},6$. Ajoutons un excès d'acide sulfurique et distillons à sec : l'acide acétique distillé correspond à $10^{cc},4$, c'est-à-dire exactement à 2 molécules d'acide acétique pour 1 molécule d'acide lactique.

» Dans une autre expérience, $0^{gr},54$ de matière ont été chauffés à 150° avec de la potasse à $\frac{1}{4}$ molécule par litre, puis on a fait bouillir à l'air la solution obtenue pour chasser l'ammoniaque formée; dans ces conditions $37^{cc},4$ d'alcali titré ont été neutralisés; théoriquement, il eût fallu $37^{cc},5$.

» *Diacétyl-lactamide :* $AzH(CO.CH.(C^2H^3O^2).CH^3)^2$. — Faisons passer du gaz chlorhydrique sec dans l'acétate de cyanalde refroidi, la masse ne tarde pas à se prendre en cristaux blancs qui résultent de la combinaison des deux corps, molécule à molécule :

$$CH^3.CH.C^2H^3O^2.CAz,\ HCl.$$

» Cette masse, projetée peu à peu dans l'eau glacée, ne tarde pas à laisser déposer un corps solide, blanc, cristallisé en aiguilles nacrées, légèrement amer, soluble dans la benzine et dans l'acide acétique. Sa composition est celle de la diacétyl-lactamide.

» Le dédoublement, par l'eau à 150°, d'une molécule de cet amide doit donner naissance à 3 molécules d'acide libre; et, en effet, 1^{gr} de matière soumis à l'eau alcaline pendant dix heures neutralise $48^{cc},8$ de potasse à $\frac{1}{4}$ de molécule par litre; ce qui correspond à $2^{mol},9$ d'acide mis en liberté.

» Le liquide, additionné d'acide sulfurique et distillé dégage sensiblement 2 molécules d'acide acétique pour 1 molécule d'amide.

» Enfin, la détermination du poids moléculaire du solide, fusible à 110°, fournit encore d'autres données qui confirment la constitution que nous attribuons à ce composé.

» *Combinaison avec la benzine.* — Quand on choisit la benzine comme dissolvant, le poids moléculaire trouvé est voisin de 306, sensiblement $AzH(C^5H^7O^3)^2 + C^6H^6$. De fait, si l'on dissout 2^{gr} de la diamide considérée dans 45^{gr} de benzine chaude, et si l'on refroidit lentement, le liquide se prend en une masse gélatineuse, semblable à la silice, d'où la

benzine ne s'échappe pas sous l'action de la presse. Cette facilité de combinaison avec la benzine est commune à beaucoup d'amides. J'ai déjà constaté (expériences inédites) que l'éther tartrique, dissous dans la benzine, présente un phénomène analogue avec, en outre, une fluorescence remarquable.

» Si, au lieu de benzine, on emploie l'acide acétique, on trouve, pour poids moléculaire de l'amide diacétyl-lactique, 230; on devrait trouver 245 : la concordance est donc suffisante.

» La constitution de ces corps établie, il reste à en trouver la genèse. Elle me paraît analogue à celle des amides par l'action des nitriles sur l'eau : $R.CAz + H^2O = R.COAzH^2$. Cette réaction est activée par l'acide chlorhydrique.

» Si l'eau fait place à un acide, l'acide acétique par exemple $\left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ H \end{matrix}\right\rangle O$, la même réaction aura lieu :

$$R.CAz + C^2H^3O.OH = R.CO.AzH.C^2H^3O.$$

» Cette dernière réaction serait déterminée [plutôt que facilitée par la présence de l'acide chlorhydrique. Ainsi la formation de la première diamide s'expliquerait par ce fait que, le nitrile lactique renfermant un peu d'eau, le chlorure d'acétyle réagit sur cette eau et donne de l'acide acétique; à son tour cet acide, en présence du nitrile acétyl-lactique et de l'acide chlorhydrique dégagé pendant la réaction, donne naissance à l'acétamide acétyl-lactique. »

STÉRÉOCHIMIE. — *Nouveaux exemples de superposition des effets optiques de carbones asymétriques.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **Ch. Goudet**, présentée par M. Friedel.

« I. L'amylacétate d'amyle à deux radicaux amyliques actifs est caractérisé par deux carbones asymétriques indiqués, dans la formule de cet éther, par le signe * :

$$(1)\qquad \left.\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\rangle \overset{*}{C}H - CH^2 - CH^2 - COO - CH^2 - \overset{*}{C}H\left\langle\begin{matrix} C^2H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\right. .$$

» L'activité de ce corps résulte de la superposition des effets optiques des deux carbones asymétriques; d'autre part, chacun de ces carbones

doit agir sur la lumière polarisée, comme si tout le reste de la molécule était inactif (¹).

» Suivant une méthode déjà indiquée, nous avons préparé deux composés répondant à la formule ci-dessus, mais caractérisés l'un et l'autre par un seul carbone asymétrique actif ; nous les avons obtenus en éthérifiant :

» *a*. Un mélange d'acide amylacétique droit et d'alcool amylique racémique ;

» *b*. Un mélange d'acide amylacétique racémique et d'alcool amylique gauche.

» Le premier de ces éthers a un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +4,36$.

» Le second a un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +1,54$.

» La somme de ces pouvoirs rotatoires représente, théoriquement, le pouvoir rotatoire de l'éther de formule (1), soit

$$[\alpha]_D = +4,36 + 1,54 = +5,90.$$

» Ce dernier corps a été enfin préparé en éthérifiant un mélange d'acide droit et d'alcool gauche, et nous avons trouvé que son pouvoir rotatoire est : $[\alpha]_D = +5,64$, nombre qui confirme le résultat déduit de la théorie.

» II. L'amylmalonate d'amyle, à trois radicaux actifs, doit son activité à trois carbones asymétriques, indiqués dans la formule (2) par le signe * :

$$(2)\qquad \begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix} \!\!>\! \overset{*}{C}H - CH^2 - CH = \left(COO - CH^2 - \overset{*}{C}H \!<\!\! \begin{matrix} C^2H^5 \\ CH^3 \end{matrix} \right)^2.$$

» De ces trois carbones asymétriques, deux sont identiques (groupes amyles liés aux carboxyles).

» Pour évaluer *a priori* le pouvoir rotatoire de cet éther, nous avons préparé deux éthers de même formule, en faisant réagir :

» *a*. L'acide amylmalonique droit et l'alcool amylique racémique ;

» *b*. L'acide amylmalonique racémique et l'alcool amylique gauche.

» Le premier de ces éthers a un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +6,10$.

» Le second a un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +3,48$; ce dernier mesure l'action optique des deux carbones asymétriques identiques ; en nous reportant à une étude antérieure relative à l'oxyde d'amyle (²), il est évident

---

(¹) Guye et Gautier, *Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XI, p. 1179, et t. XIII, p. 457.

(²) Guye et Gautier, *loc. cit.*

que l'action due à un seul de ces carbones asymétriques est égale à

$$\frac{+3,48}{2} = +1,74.$$

» De là résulte que le pouvoir rotatoire de l'éther de formule (2), à trois carbones asymétriques actifs, doit être égal à

$$+6,10 + 1,74 + 1,74 = +9,58.$$

» Ce dernier éther a été enfin préparé, et l'on a trouvé pour son pouvoir rotatoire

$$[\alpha]_D = +9,68,$$

résultat qui confirme les données de la théorie.

» Les autres propriétés de ces corps et les précautions prises pour les obtenir seront indiquées dans une publication plus détaillée ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur une exploration zoologique de la Corse.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Milne-Edwards.

« J'ai consacré la majeure partie du mois de septembre et d'octobre à étudier la faune de la Corse, et notamment les animaux marins ([2]). Après avoir recherché les espèces de Poissons d'eau douce qui peuplent les ruisseaux du versant occidental, depuis leurs sources dans les lacs des hauts sommets jusqu'à leurs embouchures, j'ai examiné le golfe d'Ajaccio, celui de Valinco, avec la région de Bonifacio, sous le double rapport des conditions de milieu qu'ils présentent et de la répartition des êtres habitant leurs eaux.

» Les seuls Poissons d'eau douce qu'il m'ait été donné de trouver sont des *Truites*, des *Anguilles*, et le *Blennius Cagnota* Val. Les deux premiers sont abondants partout; la troisième espèce, de beaucoup plus rare, ne se trouve guère que dans les affluents du Prunelli, petit fleuve d'Ajaccio, et principalement dans l'Arnascha. Malgré toutes mes investigations, et les

---

([1]) Genève, laboratoire de Chimie de l'Université.

([2]) J'ai été accompagné, dans cette exploration, par MM. Jammes, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Toulouse, Lafforgue, préparateur à la même Faculté, et Armand patron pêcheur.

renseignements pris auprès des gens du pays, aucun autre type ne paraît habiter ces cours d'eau. Ces trois sortes de Poissons appartiennent à des groupes dont la majorité des représentants vivent dans la mer, ou bien se rendent à la mer pour y frayer, ou encore se bornent à remonter les fleuves pour y accomplir leur reproduction; elles n'entrent pas dans les familles où l'habitat d'eau douce constitue la règle exclusive. Autant qu'il est permis de conclure, d'après une telle particularité, l'établissement de cette petite faune spéciale s'est produit d'une manière indépendante, par un emprunt direct à certaines formes marines, sans aucun appoint fourni par le continent, et alors que la Corse se trouvait déjà une île; l'évolution suivie en ce sens s'est accomplie, par un phénomène de convergence, d'une manière parallèle à celle qui s'est manifestée pour ces genres sur le continent lui-même.

» Les golfes d'Ajaccio et de Valinco se ressemblent, à peu de chose près, par leurs conditions de milieux et leur faune. Largement ouverts à l'ouest, profondément encaissés, leurs rivages sont constitués par des collines granitiques, qui s'élèvent rapidement en altitude; par une conséquence naturelle, les fonds augmentent avec une rapidité égale, au point que la profondeur, à cinq cents mètres du rivage, atteint déjà, en beaucoup d'endroits, trente à quarante mètres. L'identité parfaite des roches, de part et d'autre des côtes, autorise à penser que la cuvette est elle-même formée par du granite. Ce dernier se désagrège avec facilité; autant par l'action des vagues sur les falaises côtières que par l'apport des cours d'eau, toutes les petites criques du rivage sont comblées, sur leurs bords, par un menu gravier où dominent les quartzites roulés; ce gravier descend jusqu'à 10^m et 15^m, coupé de place en place par des pointes rocheuses, à l'abri desquelles s'établissent, mais toujours sur des étendues restreintes, des tapis d'Algues vers la côte, et des prairies de Zostères plus profondément. Il n'est d'exception, à cet égard, que pour la pointe nord du golfe d'Ajaccio et pour les îles Sanguinaires, où le granite est remplacé par une diorite compacte; les criques à menu gravier font alors défaut, et le fond se compose de gros galets. Dans les trous des rochers et dans les Zostères, vit une abondante faune de Poissons et de Crustacés; les *Scorpæna*, les *Conger* dominent parmi ceux-là, et les *Palinurus* parmi ceux-ci. Au delà de 15^m à 20^m, le menu gravier cesse, pour faire place à une vase sableuse, de couleur foncée, de faible odeur bitumineuse, contenant des rizhomes de Zostères à demi décomposés, et une riche faune de Mollusques, notamment des *Turritella* et des petits *Dentalium*, où les coquilles mortes pré-

dominent de beaucoup; plus bas, vers 40^{m} à 50^{m}, les éléments sableux diminuent dans l'argile, qui devient plus pure et plus claire. Ces zones vaseuses constituent la cuvette même des golfes; elles sont soulevées, en beaucoup d'endroits, par des pointes rocheuses, où vivent les mêmes Poissons et les mêmes Crustacés que dans les régions plus proches de la côte, et sur lesquelles s'établissent, au surplus, des colonies assez nombreuses de *Gorgonia* et de *Corallium*.

» Les conditions changent en ce qui concerne la région de Bonifacio, car les grands golfes font alors défaut, du moins sur la côte occidentale; le rivage consiste en des criques peu encaissées, ou en de profondes découpures étroites et encadrées de hautes falaises abruptes, véritables fjords minuscules, dont le port de Bonifacio est le meilleur exemple. La roche côtière est composée, soit par du granite, soit par un grès calcaire, déposé en couches horizontales, dont les éléments sont empruntés au granite sous-jacent; le résultat, par suite, est semblable à celui des golfes d'Ajaccio et de Valinco, et les fonds, en allant du rivage vers le large, sont constitués par du menu gravier, de la vase sableuse, et enfin de la vase pure. Seulement deux particularités nouvelles interviennent ici. L'intérieur des fjords, notamment du port de Bonifacio, s'avance fort loin dans les terres, et des infiltrations d'eau douce s'y déversent, qui rendent saumâtre l'eau de la mer, mais en ce lieu seulement; aussi, une faune spéciale, qui rappelle celle des étangs saumâtres de la côte orientale, s'y développe-t-elle, surtout caractérisée par la présence de l'*Ostrea cristata* Born, essaimée un peu partout, élevée dans un parc et modifiée dans sa forme par la culture dont elle est l'objet. D'un autre côté, les fonds voisins de cinquante mètres, au lieu de se trouver logés dans un golfe abrité, sont situés au large des côtes, et sans cesse balayés par les courants rapides des Bouches de Bonifacio; la conséquence en est que la faune à *Gorgonia* et à *Corallium* prend une importance extrême, favorisée en outre par la présence de nombreuses éminences sous-marines, dont témoignent les écueils de la région. Le corail était autrefois l'objet d'une pêche lucrative, qui n'existe plus aujourd'hui, à cause de son mince rapport. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'anatomie et la position systématique des Ascidies composées du genre* Sigillina *Sav.* Note de M. **Maurice Caullery** [1], présentée par M. Edm. Perrier.

« Depuis que Savigny [2] a décrit, sous le nom de *Sigillina australis*, une Ascidie composée rapportée d'Australie par Péron, cette forme n'a été revue par aucun naturaliste. Savigny nous en a donné, comme de beaucoup d'autres Tuniciers, une étude très remarquable pour l'époque et dont les résultats ont servi de base aux auteurs ultérieurs pour assigner à *Sigillina* une place dans le groupe des Synascidies. La plupart (von Drasche, Herdman, Lahille) la rangent dans la famille des *Polyclinidæ;* d'autres (Giard), dans les *Distomidæ.* M. Edmond Perrier m'ayant confié l'étude d'un certain nombre de Tuniciers [3], appartenant aux collections du Muséum, j'ai pu examiner *Sigillina*, sur l'échantillon même figuré par Savigny (*loc. cit.*, Pl. III, fig. 2). Je renvoie, pour un grand nombre de points, au Mémoire de ce dernier auteur, et j'insiste seulement ici sur ceux qui ont été omis par lui et sont décisifs pour l'interprétation de cette forme.

» Les ascidiozoïdes de *Sigillina australis* présentent, comme ceux des divers *Polyclinidæ*, trois régions : 1° le thorax, renfermant la branchie; 2° l'abdomen, formé principalement par l'anse digestive; 3° le post-abdomen, long tube filiforme courant dans la partie pédonculaire du cormus. Les deux siphons présentent chacun six lobes, et s'ouvrent tous deux directement à l'extérieur, de sorte que les individus ne sont pas groupés en systèmes autour de cloaques communs.

» J'ai constaté que la branchie présente, d'une façon constante, trois rangées de trémas; ceux-ci sont au nombre de 24 environ de chaque côté. Les rangées sont séparées, l'une de l'autre, par une lame à bord entier, assez fortement saillante dans l'intérieur de la chambre branchiale et portant, du côté dorsal, une languette assez longue. J'ai pu examiner une série de bourgeons, sur lesquels j'ai vu les trois rangées de trémas se former

---

(1) Cette Note avait été communiquée à l'Académie dans la séance du 25 novembre.

(2) Savigny, *Mémoires sur les animaux sans vertèbres*. Paris, 1816 (p. 40, 61; Pl. III, *fig.* 2, et Pl. XIV).

(3) Je le prie d'agréer ici mes remercîments.

simultanément. Il y a des muscles assez forts entre les rangées de trémas.

» Le tube digestif a été bien étudié par Savigny. Je ferai remarquer seulement que l'anse intestinale est tordue, fait que l'on observe chez les *Didemnidæ* ([1]), les *Distomidæ* et, parmi les *Polyclinidæ*, dans le genre *Polyclinum*.

» J'ai pu, par des coupes minces, étudier le post-abdomen qui offre la structure de celui des *Polyclinidæ*. Sa paroi présente des bandes musculaires longitudinales et sa cavité est divisée en deux tubes, par une cloison transversale, homologue de l'épicarde. Il se détache de l'abdomen sur le côté droit. Ce post-abdomen est donc bien homologue de la région de même nom chez les *Polyclinidæ*, et diffère des tubes postérieurs, simplement ectodermiques, des *Distomidæ*.

» Mais *Sigillina* diffère des Polycliniens par deux caractères très importants : 1° la position du cœur; 2° celle des organes génitaux. L'un et l'autre ont été omis par Savigny, si bien que, d'après sa description, il était logique de faire de *Sigillina* un Polyclinien.

» 1° Le cœur est situé *dans l'abdomen*, du côté droit, à l'intérieur de l'anse digestive; il a la forme habituelle chez les Tuniciers; ses relations avec l'épicarde sont normales, mais ici l'épicarde se prolonge au-dessous de lui dans le post-abdomen.

» 2° Le testicule (peu développé dans les échantillons que j'ai eus à ma disposition) est formé de 8-12 ampoules situées également dans l'intérieur de l'anse intestinale.

» La position de ces deux organes est identique à celle qu'ils ont chez les Distomiens, très différente de ce qui existe chez les Polycliniens.

» Quant à l'ovaire, il était très difficile à étudier, vu l'état des échantillons conservés depuis quatre-vingts ans et aussi à cause de son très faible développement. J'ai cependant observé des cordons d'ovules dans le post-abdomen.

» La tunique a une structure également très intéressante chez *Sigillina*. Elle est surtout formée de grandes cellules vacuolaires. C'est une disposition très générale chez les Distomiens, tandis qu'on ne l'observe pas chez les Polycliniens.

» Le bourgeonnement s'effectue comme chez les Polycliniens, par tronçonnement du post-abdomen, et les bourgeons offrent avec ceux de cette famille une identité complète.

([1]) Voir les figures d'une Note précédente, page 776.

» *Sigillina,* ainsi qu'il résulte de la description précédente, est donc un genre extrêmement intéressant, qui n'appartient ni aux *Polyclinidæ,* ni aux *Distomidæ.* Il offre en commun, avec les premiers, la présence et la structure du post-abdomen, la position de l'ovaire, et le mode de bourgeonnement; avec les seconds, la position du cœur et du testicule et la structure de la tunique. Il faut donc réserver à ce genre une place spéciale dans une famille distincte, dont les deux familles citées sont peut-être dérivées. Le fait que la branchie de *Sigillina* ne présente qu'un très petit nombre de rangées (trois) de trémas et l'absence de cloaques communs sont des arguments en faveur de la signification archaïque de cette forme.

» Gottschaldt [1] a décrit récemment sous le nom de *Polyclinopsis Hæckeli* une Ascidie composée qui se rapproche beaucoup de *Sigillina.* Bien qu'il y existe un post-abdomen, le testicule est situé dans l'intérieur de l'anse abdominale; mais le cœur (au moins autant qu'il résulte de la description) est dans le post-abdomen ainsi que l'ovaire. L'auteur ne signale pas de cellules vésiculeuses dans la tunique. La branchie présente douze rangées de trémas. Enfin les individus sont groupés en systèmes autour de cloaques communs.

» *Polyclinopsis* et *Sigillina* ont donc entre eux des affinités indiscutables; *Sigillina* s'éloigne cependant davantage des Polycliniens et présente des caractères incontestablement plus primitifs. Je propose de réunir ces deux Ascidies dans une famille spéciale, à laquelle le nom de *Polyclinopsidæ,* déjà proposé par Gottschaldt, me paraît convenir, en raison de l'apparence que la présence du post-abdomen donne à ces deux formes. Les *Polyclinopsidæ* seraient intermédiaires entre les *Polyclinidæ* et les *Distomidæ.* Peut-être faudrait-il ranger le genre *Clavelina* dans cette nouvelle famille, ou tout au moins l'en rapprocher beaucoup. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'accumulation du sucre dans les racines de betteraves.* Note de M. **L. Maquenne**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Il a été impossible jusqu'à présent de formuler une interprétation rationnelle de l'équilibre qui subsiste entre la racine et les feuilles d'une betterave, au point de vue de leur composition chimique. S'il est facile, en

---

(1) Gottschaldt, *Die Synascidien der Bremer Expedition nach Spitzbergen,* (*Jenaïsche Zeitsch. f. Naturw.;* t. 28, 1894, p. 353; Pl. XXIV, fig. 3, et XXV, fig. 14).

effet, de comprendre comment les hydrates de carbone élaborés par la cellule à chlorophylle arrivent par diffusion jusque dans la racine, on ne voit plus pourquoi, après avoir pris la forme de sucre, ils ne retournent plus aux feuilles, en vertu des mêmes lois de la diffusion.

» L'égalité n'existant pas entre la composition chimique des différentes parties d'une même plante, il faut nécessairement que la diffusion soit contrebalancée par une autre influence : c'est ordinairement la transformation chimique que subissent les principes immédiats au cours même de leur migration qui produit cet effet et, dans le cas de la betterave, il suffit de se rappeler que (sans doute par l'influence de quelque diastase) les hydrates de carbone prennent la forme de sucres réducteurs ou de saccharose suivant qu'ils montent ou descendent dans les tissus de la plante pour comprendre la différence de composition qualitative de ses deux parties; il n'en reste pas moins à expliquer la différence de concentration de leurs sucs cellulaires.

» L'étude que je poursuis depuis deux ans sur ce sujet m'a conduit à y voir une simple question d'équilibre osmotique.

» En effet, considérons deux cellules, en relation directe ou indirecte, peu importe, et renfermant, la première, une solution de sucre interverti, l'autre une solution de saccharose : il va s'établir entre elles un échange d'eau, suivant les lois connues de l'osmose, et un échange de principes solubles qui, par diffusion, peuvent cheminer en tous sens et indépendamment de tout mouvement de l'eau.

» S'il s'agit de cellules artificielles, de vases poreux, par exemple, ce double transport va bientôt amener l'égalité parfaite de composition des deux liquides en conflit et alors l'équilibre sera atteint, tant au point de vue de l'osmose qu'à celui de la diffusion; mais, si les cellules en question appartiennent à une betterave vivante, les choses vont se passer tout autrement : les hydrates de carbone ne pouvant subsister dans l'une qu'à l'état de sucres réducteurs et dans l'autre qu'à l'état de saccharose, l'équilibre de diffusion ne pourra jamais s'établir, tandis que, rien n'entravant la circulation de l'eau, celle-ci va comme auparavant cheminer par osmose, jusqu'à ce qu'il y ait égalité de pression dans les deux cellules.

» Or on sait que les pressions osmotiques sont en raison inverse des poids moléculaires des corps dissous et que le poids moléculaire du saccharose est sensiblement double de celui des glucoses : il faudra donc, pour qu'il y ait équilibre, que la concentration du saccharose soit double de celle des sucres réducteurs.

» Si, par suite de l'assimilation, la pression osmotique vient à augmenter dans les feuilles, les principes élaborés émigrent vers la racine et prennent la forme de saccharose; si elle diminue, le sucre de la racine se dédouble et passe dans les feuilles; si enfin elle demeure constante, tout mouvement s'arrête, car la diffusion, dans un sens ou dans l'autre, aurait nécessairement pour effet de déterminer un échange d'eau qui rétablirait immédiatement l'équilibre rompu.

» Pour vérifier cette hypothèse, il suffisait de voir si les pressions osmotiques exercées, vis-à-vis de l'eau pure, par le suc des feuilles et celui des racines sont bien réellement du même ordre de grandeur; nous y avons réussi en comparant leurs températures de congélation qui, comme on le sait, sont une fonction simple des pressions correspondantes. Dans tous les cas étudiés, nous avons obtenu des nombres extrêmement voisins.

» Le Tableau suivant résume les observations que nous avons pu faire au cours des deux dernières saisons sur des betteraves à collet vert; les pressions osmotiques ont été calculées par la formule approximative

$$P = a \times \frac{p}{p'} \times 12,05,$$

dans laquelle a désigne la température de congélation, p le poids de matière dissoute dans 100^{gr} de dissolution, et p' le poids de matière soluble rapportée à 100^{gr} d'eau.

	I.		II.		III.		IV.		V.	
	Racines.	Feuilles.	Racines.	Feuilles.	Racines.	Feuilles.	Racines.	Feuilles.	Racines.	Feuilles.
Sucre pour 100.	10,8	»	13,3	»	13,5	»	10,4	»	12,8	»
a.......	1°,27	1°,12	1°,30	1°,15	1,32	1°,17	1°,20	0°,10	1°,30	1°,12
p.......	12,0	5,25	14,84	6,12	15,15	6,63	13,25	5,70	15,30	5,44
p'......	13,64	5,54	17,42	6,52	17,85	7,11	15,28	6,05	18,06	5,75
P.......	$13^{at},5$	$12^{at},8$	$13^{at},4$	$13^{at},0$	$13^{at},5$	$13^{at},1$	$12^{at},5$	$12^{at},5$	$13^{at},3$	$12^{at},7$

» La pression osmotique correspondante aux feuilles est en général un peu inférieure à celle des racines, pour la température de congélation indiquée, mais il suffirait d'un écart de 15°, en faveur des feuilles, pour établir l'égalité parfaite des deux valeurs de P, dans les cas les moins favorables. Une semblable différence est de l'ordre de celles qui existent normalement entre le sol et l'atmosphère : il y a donc bien équilibre osmotique entre la partie souterraine et la partie aérienne de la plante, comme nous l'avions supposé au début.

» Cette nouvelle théorie, qui fait de l'osmose l'un des facteurs essentiels

de la Physique végétale, nous paraît devoir présenter de nombreuses applications; elle nous permet dès à présent d'énoncer la règle suivante, qui paraît être générale en Physiologie : *tout principe immédiat peut s'accumuler quand sa formation donne lieu à un abaissement de la pression osmotique*.

» C'est pour cette raison que les principes qui s'accumulent sont toujours fortement condensés, et cette règle comprend évidemment comme cas particulier la théorie émise autrefois par mon savant maître, M. Dehérain, relativement à l'assimilation des matières minérales et à la migration des principes élaborés. »

GÉOLOGIE. — *Les glaciers pliocènes et quaternaires de l'Auvergne*. Note de M. **Marcellin Boule**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Plusieurs géologues, parmi lesquels il faut citer surtout Lecoq, Rames, M. Julien, se sont occupés des anciens glaciers de l'Auvergne. Rames avait observé, aux environs d'Aurillac, des formations glaciaires de deux époques différentes. Ces deux époques auraient été séparées par le laps de temps nécessaire au creusement des vallées actuelles.

» Mais, tandis que les moraines du fond des vallées du Cantal ont été reconnues comme telles par tous les géologues, des objections ont été soulevées contre la nature morainique des formations plus anciennes, occupant le sommet des collines et la surface des plateaux des environs d'Aurillac. Ces collines et ces plateaux sont, en effet, formés par une brèche volcanique composée de blocs de natures variées, plus ou moins volumineux et cimentés par des cendres et des boues volcaniques. En désagrégeant les parties superficielles de cette brèche et en entraînant les parties friables et ténues, les agents atmosphériques ont isolé les blocs. Ceux-ci rappellent alors les blocs erratiques transportés par les glaciers.

» Les courses auxquelles je me livre, depuis plusieurs années, en Auvergne, pour le Service de la Carte géologique détaillée de la France, m'ont conduit à reprendre l'étude de cette question. Pour arriver à une solution satisfaisante, j'ai dû multiplier mes observations et parcourir des territoires beaucoup plus étendus que ceux étudiés jusqu'à présent à ce point de vue.

» La région comprise entre le mont Dore, le Cézallier et le Cantal est particulièrement intéressante. Ces trois massifs volcaniques sont disposés de manière à former un immense hémicycle ouvert vers l'ouest, de plus de 40^{km} de diamètre. Tous les plateaux qui constituent le fond et les pentes

inférieures de ce cirque offrent une topographie des plus curieuses en rapport avec d'anciens phénomènes glaciaires d'une extrordinaire intensité. Cette topographie est caractérisée par la présence de milliers de petites buttes dont un certain nombre sont figurées sur la Carte de l'État-Major (feuille de Mauriac). Elle est d'ailleurs indépendante de la nature du terrain, car les buttes s'observent indifféremment dans les régions de gneiss, de granulite, d'andésite, de basalte, etc.

» Tous ces monticules offrent, du côté tourné vers les parois de l'hémicycle montagneux, des pentes douces, des surfaces arrondies, *moutonnées*, souvent sillonnées de stries profondes et parallèles, tandis que, du côté opposé, la roche a conservé ses angles vifs et forme des escarpements verticaux. Rien n'est plus curieux, pour un voyageur placé sur un des plateaux de cette contrée (aux environs de Champs, par exemple), que la différence d'aspect du paysage suivant que ce voyageur se tourne vers la montagne ou vers la vallée de la Dordogne. D'un côté, le pays lui offre un modelé des plus doux, des croupes arrondies, souvent boisées, un exemple magnifique de paysage *moutonné*. De l'autre côté, au contraire, il ne voit que des lignes droites, des arêtes rocheuses, des escarpements verticaux. Lecoq avait bien observé et décrit ces phénomènes dans le Puy-de-Dôme, sans les rapporter à leur véritable origine.

» Celle-ci ne saurait faire l'objet d'un doute. Entre les monticules dont je viens de parler, se trouve un labyrinthe de prairies, parfois marécageuses, où il est très difficile de se guider même avec une Carte, et dont le sous-sol est formé par des moraines à cailloux striés, avec des blocs erratiques de toutes grosseurs. Ces moraines passent parfois, en aval, à des plaines d'alluvions fluvio-glaciaires, véritables terrasses alluviales qui dominent de 300^m le fond des vallées actuelles (environs de Bort).

» On trouve, sur ces plateaux, un grand nombre de vallées sèches et c'est également dans cette région que s'observent presque tous les lacs de l'Auvergne n'ayant pas une origine volcanique.

» Ces phénomènes se poursuivent sur plus de 600^{kmq} d'étendue. Les traînées d'alluvions fluvio-glaciaires et les blocs erratiques franchissent le fossé profond où coule la Dordogne et vont recouvrir les collines du Limousin.

» Ils ne sauraient s'expliquer par des glaciers individualisés, logés dans des vallées séparées : ils impliquent l'existence d'une véritable nappe de glace ayant recouvert toute la région.

» Cette grande extension glaciaire n'a rien de commun avec celle que

plusieurs savants, MM. Julien, Michel-Lévy, Munier-Chalmas, ont cru reconnaître à Perier, près d'Issoire, car, dans la région qui nous occupe, elle est postérieure au basalte des plateaux, c'est-à-dire à la dernière éruption volcanique. Elle remonte néanmoins à une haute antiquité, car tout le réseau hydrographique actuel est plus récent. Les phénomènes dont je viens de parler ne s'observent que sur les plateaux dominant le fond des vallées de 100, 200, 300^{m} suivant les points.

» Après leur creusement, pendant une époque interglaciaire, ces vallées furent occupées par des glaciers localisés dont les traces, décrites depuis longtemps aux environs d'Aurillac et de Murat, s'observent aussi dans la plupart des vallées cantaliennes. C'est ainsi que le fond de la vallée de la Marse présente de grandes surfaces rocheuses striées et moutonnées, que les vallées de la Véronne, de la Rue, de la Santoire, etc., offrent de superbes moraines. En compagnie de M. Pierre Marty, auteur d'une belle étude sur les formations quaternaires de la vallée de la Cère, j'ai reconnu sur les revers sud du Plomb-du-Cantal, dans la petite vallée du Siniq, près de Malbo, à 1040^{m} d'altitude, les traces admirablement conservées d'un petit glacier quaternaire qui n'atteignait pas 10^{km} de longueur et dont l'œil peut embrasser à la fois toutes les parties : cirque névéen, moraines latérales et frontales, dépression centrale.

» L'âge quaternaire de ces moraines nous est démontré par les fossiles de diverses natures, trouvés aux environs d'Aurillac.

» Quant aux formations glaciaires des plateaux, ce n'est que par comparaison avec d'autres régions du Massif Central, le Puy-de-Dôme et le Velay, que nous pouvons les rapporter au Pliocène supérieur. »

GÉOLOGIE. — *Sur la geologie et la tectonique du Caucase central.* Note de M. E. Fournier, présentée par M. Fouqué.

« Un voyage d'exploration que nous venons de faire dans la partie centrale du Caucase nous a permis de réunir un certain nombre d'observations géologiques importantes que nous allons essayer de résumer ici. La description complète de cette région si peu connue fera l'objet d'un travail ultérieur de notre part.

» *Succession des assises.* — L'axe de la chaîne est occupé par des gneiss dans lesquels s'intercalent des granites, granulites, pegmatites, granulophyres, syénites, minettes, mélaphyres, gabbros, diabases, augites; en somme, tous les types principaux de tous les groupes de roches anciennes

sont représentés, et il est à présumer que l'examen microscopique de nos échantillons révélera l'existence de roches nouvelles.

» Les gneiss passent insensiblement à des schistes cristallins, riches en minéraux [staurotide, amphibole, tourmaline (vallée du Baksan)] et dans lesquels s'intercalent les mêmes roches que dans les gneiss, mais avec prédominance du groupe mélaphyrique.

» Viennent ensuite des talcschistes et des schistes à séricites. Les schistes cristallins disparaissent par étirement sur une partie du flanc sud et dans tout l'est de la chaîne.

» Les schistes paléozoïques présentent des intercalations d'argiles et de calcaires sans fossiles déterminables; on y a seulement signalé Bythotrephis.

» Presque tous les gîtes minéraux du Caucase : galène argentifère, pyrite, cuivre, stibnite, réalgar, filons de quartz aurifère de la rivière Ingour, etc., sont annexés à ce groupe; c'est aussi au sein de ces schistes que jaillissent la plupart des sources minérales.

» Traversés d'abord par des éruptions de mélaphyres, ils ont été, pendant la période d'activité du Kasbeck et de l'Elbrouz, envahis par les trachytes et les basaltes.

» Le Permocarbonifère, le Trias et l'Infralias font défaut dans la région étudiée par nous; les schistes paléozoïques sont toujours en contact direct avec le Lias.

» Le Lias est schisteux, argileux, parfois psammitique et ne contient que des fragments de tiges ou de feuilles de Monocotylédones. Un horizon à Posidonies correspond au Toarcien. Les injections de Diabases, de Diorites, de Mélaphyres les ont profondément métamorphisés en certains points. Au Lias sont annexés des gisements de galène argentifère, de fer et parfois des sources de pétrole.

» L'oolithe inférieure est constituée par des schistes dans lesquels s'intercalent des bancs de houille (Tkwibouli), des poudingues et des grès à *Pterophyllum caucasicum, Pecopteris exilis, Zamites* et Monocotylédones indéterminables : c'est un faciès essentiellement littoral.

» Avec l'Oxfordien apparaissent les premières formations calcaires dans lesquelles abondent : *Amaltheus alternans, Phylloceras tatricum, Panopea elongata,* etc., avec mélange de faunes à affinités bajociennes.

» Les Andésites, Mélaphyres, Teschénites et Diabases ont fréquemment traversé les couches de l'oolithe; comme minéraux, signalons, à ce niveau, l'albâtre, le gypse et des sources de pétrole.

» Dans le Jurassique supérieur, le faciès argilo-sableux reparaît avec des conglomérats à ciment argileux. Des filons de diabases, mélaphyres et porphyrites traversent ces couches; on y observe des bancs de gypse et des lignites.

» L'infracrétacé présente une succession très complète : 1° les marnes vertes de Sargwechi à *Natica leviathan* (Valanginien); 2° les marnes jaunes de Sargwech à *Ostrea Couloni, Alectryonaria rectangularis,* etc. (Hauterivien); 3° les calcaires blancs coralligènes à Réquiénies et Chamacées (Urgonien); 4° les marnes et calcaires à *O. Aquila, Ancyloceras Matheroni,* etc. (Aptien); 5° les couches glauconieuses à *Haploceras Beudanti, Am. Milletianus,* etc. de Souram (Gault); 6° les calcaires gréseux à *Haploceras Djumesensis* et *Discoïdea subuculus,* les calcaires jaunes à Trigonies et les calcaires blancs à *Cerithium maritimum* (Cénomanien).

» La craie comprend à sa base des couches calcaréo-marneuses à *Inoceramus labiatus* (Turonien) et, à sa partie supérieure, des bancs crayeux à silex avec *In. Cuvieri, Ananchytes ovatus, Terebratula carnea,* etc. (Sénonien).

» Dans le Tertiaire, on observe de la base au sommet : 1° marnes et argiles à silex; 2° calcaires nummulitiques à *N. lævigata* (versant sud); 3° schistes à *Meletta esox, Zeus colchicus;* 4° calcaires et molasses à Lamna avec couches de manganèse de Dchiatoura; 5° schistes et marnes oligocènes ([1]) à végétaux de Tiflis; 6° Sarmatique avec *Mactra Padolica, Tapes gregaria, Cerithium rubiginosum;* 7° couches sableuses lignitifères; 8° conglomérats à galets impressionnés (Pliocène).

» *Tectonique.* — Il résulte de nos études que le Caucase central est un vaste anticlinal renversé au sud comme au nord, mais cet anticlinal n'est pas simple, c'est un faisceau d'anticlinaux secondaires. Sur le versant sud le renversement affecte toutes les couches jusqu'au Sarmatique. Sur le versant nord, il s'arrête à l'oolithe, sur laquelle repose en discordance une série infracrétacée normale (Coupe).

» Au sud de cette grande zone anticlinale, on observe quatre zones synclinales principales : 1° celle du Tskhenis-Tskhali, 2° du Rion supérieur, 3° de la Kwirila, 4° de la Koura. Ces zones sont séparées par les dômes anticlinaux d'Alpala, entre le Rion supérieur et le Tskhenis-Tskhali, de Tkwibouli entre le Rion supérieur et la Kwirila, de Dzirouli entre les synclinaux précédents et celui de la Koura.

([1]) Dans l'Oligocène on observe de fréquentes éruptions de basaltes, andésites et trachytes.

» La région du petit Caucase (au sud du Caucase principal) a été le point de départ de poussées dirigées du sud vers le nord, au moment où s'est effectué le renversement septentrional de la grande chaîne, c'est-à-dire entre l'Oolithe et l'Infracrétacé. Au moment où s'est produit le mouvement qui a renversé le Caucase vers le sud, c'est-à-dire à la fin de la période oligocène et jusque dans le Sarmatique, le massif du petit Caucase ayant subi déjà son maximum de plissement lors de la production du mouvement précédent, a joué le rôle de massif résistant par rapport aux poussées venant du nord.

» Ce massif du petit Caucase, extrêmement bouleversé sur son flanc nord, nous a fourni de curieux exemples de dômes elliptiques (¹) déversés sur leur pourtour. Le bassin de la Koura et celui de la Kwirila, écrasés entre le grand et le petit Caucase, présentent des séries complexes d'anticlinaux et de synclinaux amygdaloïdes.

» Enfin, nous avons pu, en suivant les formations littorales, reconstituer dans le Caucase le tracé de la distribution des terres et des eaux aux diverses époques; contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, les lignes de rivages ne sont nullement parallèles à l'axe de la chaîne. »

MINÉRALOGIE. — *Sur deux formes nouvelles du quartz.* Note de M. P. Termier, présentée par M. Daubrée.

« Au cours d'une excursion géologique et minéralogique en Suisse, au mois de juillet dernier, un de mes compagnons de voyage a trouvé, devant moi, dans un bloc de gneiss de la moraine latérale droite du glacier inférieur de Grindelwald, près de la Bäregg, un cristal de quartz dont l'aspect singulier a vivement attiré mon attention.

» Ce cristal, long de trois centimètres et large de deux, présente, comme faces dominantes, outre deux faces du prisme hexagonal, trois grandes faces peu éclatantes, sur lesquelles des stries régulières dessinent des réseaux parallélogrammiques. Il y a de plus une face, assez petite, mais très éclatante, du rhomboèdre primitif, et une multitude de petites facettes qui, malgré leur exiguïté, fournissent de très bonnes mesures au goniomètre de Mallard.

» L'une des trois grandes faces mates appartient à l'isoscéloèdre désigné par la lettre ξ dans le Mémoire classique de M. Des Cloizeaux. Cette face a

(¹) Les grands axes de ces ellipses sont parallèles à l'axe du grand Caucase.

pour symbole hexagonal

$$(\bar{1}.2.\bar{1}.\bar{2})$$

en convenant de noter $(0.1.\bar{1}.0)$ et $(1.0.\bar{1}.0)$ les deux grandes faces visibles du prisme hexagonal e^2, et en attribuant le symbole $(1.0.\bar{1}.1)$ à la face bien visible et éclatante du rhomboèdre p.

La deuxième face mate, qui est la plus grande des trois (17^{mm} sur 10^{mm}), est rigoureusement en zone avec e^2 $(\bar{1}.1.0.0)$ et $e^{\frac{1}{2}}$ $(1.\bar{1}.0.1)$. C'est donc un rhomboèdre, et son symbole est

$$e^6 = (\bar{7}.7.0.4).$$

On a en effet $e^2 e^6$(adj.) = 24° 13′ (angle des normales). La mesure du même angle a donné 24° 12′.

La troisième face mate est un hémiscalénoèdre très voisin de la zône $e^2\xi = (0.1.\bar{1}.0)$ $(\bar{1}.2.\bar{1}.\bar{2})$. Le symbole de cet hémiscalénoèdre est, en effet :

$$\Gamma_1 = b^{\frac{1}{37}} b^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{20}} = (32.\bar{15}.\bar{17}.62).$$

Il est déterminé par les angles suivants (angles des normales aux faces) :

			Mesuré.	Calculé.
$\Gamma_1 (32.\bar{15}.\bar{17}.62)$	avec	p $(1.0.\bar{1}.1)$....	28° 14′	28° 16′
»	»	e^2 $(1.0.\bar{1}.0)$....	64 5	64 7 20″
»	»	e^2 $(0.1.\bar{1}.0)$....	89 5	89 0
»	»	$e^{\frac{1}{2}}$ $(0.1.\bar{1}.1)$....	56 33	56 30
»	»	e^6 $(\bar{7}.7.0.4)$....	91 27	91 26

» Le rhomboèdre e^6 et le scalénoèdre Γ_1 n'ont, à ma connaissance, jamais été signalés dans le quartz. Ce sont donc des formes nouvelles.

» Le remarquable cristal qui présente ces formes porte beaucoup de facettes appartenant à des formes rares, par exemple, les faces ι, σ_1, σ_2, σ_3, τ_5, τ_6 (Des Cloizeaux). La face s y apparaît neuf fois, ce qui indique une compénétration intime de cristaux lévogyres et dextrogyres.

» Cet échantillon, qui appartient désormais au Musée de l'École des Mines, mérite de devenir classique, comme les quartz de Zöptau et de la Caroline du Nord, décrits par Vom Rath; ceux de Striegau, décrits par Websky; et ceux, si nombreux, qui ont fait l'objet du beau Mémoire de M. Des Cloizeaux. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Des effets des révolutions tropiques du Soleil et de la Lune sur la pression barométrique.* Note de M. **P. Garrigou-Lagrange**, présentée par M. Mascart.

« J'ai montré, dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 11 février 1895), que l'effet propre de la révolution tropique de la Lune sur la masse atmosphérique se manifeste par des oscillations périodiques dans la pression et les gradients entre l'équateur et le pôle, et que l'amplitude de ces oscillations croît avec la latitude. Comme suite de ces recherches, j'ai poursuivi dans ses détails l'étude des variations du gradient 30°-70° soit sur l'hémisphère entier, en 1882-1883, soit sur le secteur 30° E-90° W, dans les quinze années 1876-1890. J'ai également étudié ces variations séparément sur les divers méridiens, notamment sur le méridien de Paris.

» Voici, pour la saison d'hiver, quelques-uns des résultats obtenus qui mettent le phénomène hors de doute :

Variations du gradient 30°-70°.

	Lune.	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.
		mm	mm	mm	mm
Sur l'hémisphère entier 1882-1883.	boréale.....	2,1	4,8	5,7	— 2,4
	australe.....	9,3	7,6	3,6	3,2
Sur le secteur 30° E-90° W. 1876-1890.	boréale.....	7,2	7,1	7,8	5,0
	australe.....	8,3	9,7	7,0	4,2
Sur le méridien de Paris 1882-1883.	boréale.....	1,1	5,0	9,4	— 2,6
	australe.....	14,2	15,6	17,2	10,1
Sur le méridien de Paris 1876-1890.	boréale.....	9,5	5,5	7,5	5,0
	australe.....	10,0	10,0	8,0	7,0

» L'oscillation, très nette sur l'hémisphère entier dans une année isolée, ou sur le secteur de 120° dans les moyennes de quinze années, présente surtout et dans tous les cas une régularité parfaite et une grande amplitude sur le méridien de Paris.

» *Action combinée du Soleil et de la Lune.* — Entre le solstice d'hiver et l'équinoxe du printemps, le gradient 30°-70° éprouve une première suite de variations, dues évidemment à l'action solaire. D'une façon générale, ce gradient s'abaisse sur tout l'hémisphère, le Soleil montant vers la ligne équinoxiale. L'abaissement commence, dès le solstice, sur les méridiens qui coupent le Pacifique ; il ne se manifeste que plus tard sur la face oppo-

sée. Cela tient à ce que les maxima continentaux de la saison froide ont tendance à se rejoindre vers le 70e parallèle, et que cette jonction s'opère d'abord et dès le commencement de l'hiver par le nord du Pacifique.

» Cette marche générale et progressive du gradient est modifiée à chaque révolution tropique de la Lune dans le sens que j'ai déjà dit, à savoir par un relèvement de la pente en Lune boréale et un abaissement en Lune australe. Les interférences d'ondes, d'origines diverses, qui se produisent dès lors, ont besoin d'être soigneusement étudiées dans chaque année prise à part, l'action du Soleil ne demeurant pas identique à elle-même d'un hiver à l'autre, par suite des changements de sa surface ou à cause de la distribution différente des diverses révolutions de la Lune dans le cours de l'année.

» Quelques relations très générales permettent d'ailleurs de préciser le sens des transformations. Ainsi, en faisant le compte des variations, positives ou négatives, du gradient, de Lune boréale à Lune australe, on trouve qu'en janvier, par exemple, sur seize révolutions tropiques étudiées, treize fois le gradient a été plus faible en Lune boréale qu'en Lune australe, ce qui donne une probabilité de 81,3 pour 100.

» *Hiver de* 1894-1895. — Ces relations jettent un grand jour sur certaines situations exceptionnelles qui paraissent, au premier abord, échapper à l'analyse, et il est intéressant de montrer qu'elles ne s'appliquent pas seulement dans les moyennes d'une longue série d'années ou dans un hiver qui, comme celui de 1882-1883, n'a rien présenté d'extraordinaire, mais encore dans une année où l'ordre et la marche des phénomènes ont paru complètement bouleversés. Ainsi l'hiver 1894-1895, dont on n'a pas oublié le caractère anormal, fournit les résultats suivants :

Variations du gradient 30°-70° *en* 1894-1895.

	Lune.	Décembre.	Janvier.	Février.
		mm	mm	mm
Sur le secteur 30°E-90°W.	boréale.....	5,3	—0,6	—11,0
	australe....	7,4	2,7	— 3,9
	Moyenne...	6,35	1,05	— 7,45
Sur le méridien de Paris.	boréale.....	7,10	—6,5	—19,0
	australe....	17,0	6,5	— 1,5
	Moyenne....	12,00	0,00	—10,25

» Nous retrouvons ici les oscillations dues à la révolution tropique de la Lune; l'action propre de cette révolution, partageant l'hiver en périodes nettement tranchées, s'est exercée avec une régularité parfaite et avec une amplitude très grande, qui résulte de l'amplitude même du mouvement de l'astre en déclinaison.

» L'allure générale du gradient, entre le solstice et l'équinoxe, présente au contraire un caractère très anormal pour le secteur considéré. Le gradient s'y affaisse en effet dès le solstice d'une façon extraordinaire et c'est à cet affaissement continu et progressif que l'hiver doit sa physionomie exceptionnelle. Il est naturel de rattacher cette marche du gradient à l'action solaire, dont l'effet est d'abaisser, année moyenne, le gradient sur tout l'hémisphère, en commençant dès le solstice par le Pacifique, et qui a dû, en 1894-1895, se manifester d'abord sur l'Atlantique, par suite peut-être des fortes déclinaisons des lunistices.

» Le même phénomène s'est produit, bien qu'avec une intensité moindre, en 1881, en 1886 et en 1888, et il est digne de remarque que, dans ces quatre années qui ont présenté la même anomalie, l'amplitude de l'onde, due à la révolution tropique de la Lune, a été précisément proportionnelle à l'amplitude du mouvement de l'astre en déclinaison :

Années.	Déclinaison maxima de la Lune.	En Lune boréale.	En Lune australe.	Différence.
	°	mm	mm	mm
1886......	18	6,2	3,6	— 2,6
1888......	30	5,4	4,4	— 1,0
1881......	23	3,2	2,9	— 0,3
1895......	29	— 2,1	2,1	4,2

» *Conclusions.* — 1° L'atmosphère éprouve, entre le solstice d'hiver et l'équinoxe du printemps, sur l'hémisphère nord, des mouvements d'oscillation correspondant aux révolutions tropiques du Soleil et de la Lune. Ces oscillations se manifestent par des mouvements barométriques, dont le sens et l'intensité sont surtout caractérisés par les variations de la pente atmosphérique entre le 30e et le 70e parallèle.

» 2° L'action de la révolution tropique du Soleil se manifeste sur l'ensemble de l'hémisphère par un abaissement continu et progressif du gradient à partir du solstice d'hiver. Cet abaissement est dû à la jonction des maxima continentaux, qui s'opère d'abord, année moyenne, par le nord du Pacifique, pour se manifester ensuite sur le nord de l'Atlantique.

» 3° Les mouvements dus à la révolution tropique de la Lune se superposent à ceux qui proviennent de l'action solaire. D'une façon générale, cette révolution diminue la pente en Lune boréale et l'augmente en Lune australe.

» 4° La comparaison des années qui présentent le même caractère montre que l'intensité de l'action lunaire y est proportionnelle à l'amplitude du mouvement de l'astre en déclinaison.

» 5° L'oscillation, qui accompagne la révolution tropique de la Lune, présente, en hiver au moins, un maximum d'intensité sur le méridien de Paris.

» 6° Les hivers qui, par leur caractère exceptionnel, semblent le moins se prêter à l'analyse, tel que l'hiver de 1894-1895, rentrent pourtant, à la suite d'un examen attentif, dans la règle générale. »

M. E. Maumené adresse une Note portant pour titre : « Étude minéralogique ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 novembre 1895.

Leçons cliniques sur les maladies des voies urinaires, professées à l'hôpital Necker. Séméiologie. Diagnostic. Pathologie et Thérapeutique générales, par M. J.-C.-Félix Guyon, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Institut. Tome deuxième. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. F. Guyon.)

Flore de l'île de la Réunion (Phanérogames, Cryptogames vasculaires, Muscinées), par M. E.-Jacob de Cordemoy, Docteur en Médecine de la Faculté de Paris. Paris, P. Klincklieck, 1895; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

La Physique de l'Électricité, par M. L.-M. Le Dantec, professeur de Sciences. Paris, J. Michelet, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Note sur la structure de la région de la Castellane, par M. P. Zurcher, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. (Extrait du *Bulletin des Services de la Carte géologique de la France et des topographies souterraines.*) Paris, Baudry et Cie; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Novembre 1895. Paris; 1 fasc. in-8°.

Ministère des Travaux publics. Album de Statistique graphique de 1894. Paris, Imprimerie nationale, 1895; in-4°.

Bulletin de la Société internationale des Électriciens. Août-septembre-octobre 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Société d'Histoire naturelle d'Autun. Septième Bulletin. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Archives de Biologie, sous la direction de M. A. Mosso, professeur à l'Université de Turin. Tome XXIV. Fasc. II. Turin, H. Loescher, 1895; 1 vol. in-8°.

Herpétologie d'Angola et du Congo, par M. J.-V. BARBOZA DU BOCAGE, professeur de Zoologie à l'École Polytechnique, etc. Lisbonne, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

ERRATA.

(Séance du 4 novembre 1895.)

Envoi d'autographes de Condorcet, par M. *de Laigue.*

Page 628, ligne 5, *au lieu de* Ces pièces seront déposées dans les Archives de l'Académie, *lisez* Ces pièces seront transmises, conformément au désir de M. de Laigue et en son nom, au Musée Carnavalet.

(Séance du 25 novembre 1895.)

Note de M. *Magnier de la Source,* Sur quelques réactions de l'acide tartrique et des tartrates alcalins :

Page 776, ligne 9, *au lieu de* combiné, *lisez* calciné.